

# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

## **FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE**

### ***ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL***



## ***"ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL OVALO "LOS INCAS" – INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA DOLORES CON LA AVENIDA LOS INCAS EN LA PROVINCIA DE AREQUIPA"***

*Tesis presentada por el bachiller:*

*PINTO ESPEJO, CHRISTOPHER YHAN PIERRE*

*Para obtener el Título Profesional de:  
INGENIERO CIVIL*

**AREQUIPA – PERÚ**

**2016**

## DEDICATORIA

**A DIOS**, por ser la luz en la oscuridad, la paz en la tempestad, la alegría en la tristeza, la certeza en la duda, el valor en el miedo, por ser el pilar y sustento principal de mi vida, por darme el privilegio de estar vivo hasta el día de hoy y cumplir esta añorada meta junto a las personas que más amo.

**A MIS PADRES**, Edgard y Giovanna que los amo con todas las fuerzas de mi corazón, son mi motor y motivo en esta vida, gracias por su paciencia, comprensión, amor y cariño son mi orgullo más grande.

**A MI TIO**, Jorge por ser un segundo padre, por todo su apoyo, comprensión y sobre todo cariño a lo largo de toda mi vida.

**A MIS HERMANOS**, Carito y Jeankha por su paciencia y cariño, por ser los mejores hermanos que Dios me pudo dar.

**A MIS ABUELITOS**, Julio y Yubel que desde el cielo me protegen todos los días.

**A MIS AMIGOS Y AMIGAS**, por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos de mi vida.

**AL COLEGIO DE LA SALLE**, por ser parte fundamental en mi vida y enseñarme el verdadero significado de la vida basada en la fé, fraternidad y servicio.

**A LA UNIVERSIDAD**, mi alma máter por permitirme desarrollar la carrera que tanto me ilusiono en un principio y me enamoro perdidamente en el presente.

**A MIS ASESORES**, Ing. Victor Marquez Arrisueño, Ing. Juan Carlos Tejada Calderón e Ing. Mauricio Villalba por su gran apoyo y disposición en este proceso.

## RESUMEN

El presente estudio de tesis titulado ***“Análisis y planteamiento de soluciones en el ovalo “Los Incas” – intersección de la Avenida Dolores con la Avenida Los Incas en la provincia de Arequipa”*** consiste en hacer un análisis de la zona de estudio, el cual nos brinde una idea clara de la situación actual y poder proyectar la situación a futuro para finalmente plantear las soluciones respectivas, el estudio está conformado por los siguientes seis capítulos:

En el primer capítulo se describe la importancia del transporte y la necesidad de realizar un estudio de Tráfico en el Ovalo “Los Incas” teniendo en cuenta los antecedentes de la ciudad, los problemas actuales y los posibles problemas futuros que podría presentar dicha zona. Así mismo, los objetivos a lograr del presente estudio, finalmente se menciona los alcances y limitaciones que tiene este trabajo de tesis.

En el segundo capítulo se tratan los aspectos teóricos como son el *Impacto Vial*, la *Teoría de Tráfico Vehicular* y la *Capacidad de Tránsito*, dichos temas serán usados paulatinamente mientras se vaya desarrollando este trabajo de tesis.

En el tercer capítulo se desarrollará el Modelo de Estudio de Tráfico, haciendo un análisis y descripción del área afectada por el tráfico vehicular, tomando como base la metodología usada por el “HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000 (HCM 2000)” y el “TRIP GENERATION MANUAL”. Así mismo es necesario tener en cuenta los reglamentos propios de la ciudad y el país como lo son el Plan Director de Arequipa Metropolitana (PDAM 2016 – 2025), el Reglamento nacional de Edificaciones (RNE), el Reglamento del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y ordenanzas. Dichos documentos nos brindaran los lineamientos a seguir en el planteamiento de soluciones a los problemas suscitados.



En el cuarto capítulo se procederá a evaluar la situación actual del Ovalo “Los Incas” mediante toda la información recopilada en el capítulo 3, para esto se usará el programa Synchro Studio 8.0 el cual nos ayudara a modelar virtualmente la situación actual del área de estudio, brindándonos resultados empíricos los cuales nos ayuden a proyectar a futuro la situación de dicha zona en el año 2020

En el quinto capítulo se plantean las propuestas de solución a bajo y alto costo respectivas para mitigar la congestión vehicular y cambiar el nivel de servicio de la zona de estudio. Todas estas basadas en el estudio desarrollado previamente.

En el sexto capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado mediante todo este estudio de tesis.

Finalmente se presenta la bibliografía y los anexos respectivos.





## ABSTRACT

This thesis study entitled "Analysis and proposals for solutions in the oval" The Incas "- Dolores Avenue intersection with Avenue Los Incas in the province of Arequipa" is to make an analysis of the study area, which we provide a clear picture of the current situation and to project the future situation to finally raise the respective solutions, the study consists of the following six chapters:

In the first chapter the importance of transport and the need for a study Oval Road Impact of "The Incas" given the history of the city, current and future problems likely to present such area described. Also, to achieve the objectives of this study, finally the scope and limitations of this thesis mentioned.

In the second chapter the theoretical aspects are discussed such as the Road Impact, Traffic theory and traffic capacity, which will be used gradually develops this thesis.

In the third chapter the Model Traffic Impact Study (EIV) to develop, make an analysis and description of the area constantly affected by the traffic, based on the methodology used by the "2000 Highway Capacity Manual (HCM 2000)" and the "TRIP GENERATION MANUAL". It is also necessary to have documents of the city and the country which give us the guidelines to follow as the Director of Metropolitan Arequipa (PDAM 2002 - 2015) Plan, the National Building Regulations (RNE), Regulation of the Ministry of Transport and Communications (MTC) and ordinances. In the fourth chapter will proceed to assess the current situation Oval "The Incas" means all information collected in the previous chapter, for this the Synchro Studio 8.0 program which will help us to virtually model the current situation of the study area will be used you giving us empirical results, then using the same software that will screen future area giving us a notion of the situation in 2020 and the problems that will arise at the time.

In the fifth chapter proposed solutions faced by low and high corresponding to mitigate traffic congestion and change the level of service the study area cost. All these previously cemented in the study developed.

In the sixth chapter presents the conclusions and recommendations that has come through this entire thesis study. Finally the bibliography and annexes is presented.

## INDICE

INDICE IMÁGENES, CUADROS, TABLAS, PLANOS, ANEXOS.....	9
IMAGENES .....	9
CUADROS.....	10
TABLAS .....	11
GRAFICOS .....	11
PLANOS.....	12
ANEXOS .....	12
CAPÍTULO I. GENERALIDADES .....	13
1.1. Introducción .....	13
1.2. Antecedentes .....	14
1.3. Presentación del problema .....	16
1.4. Objetivos .....	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
1.5. Alcances y limitaciones del estudio de Tesis.....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Impacto Vial.....	18
2.1.1. Requisitos para los estudios de Impacto Vial.....	20
2.1.2. Datos de red vial para los EIV.....	23
2.1.3. Sistemas de transporte .....	26
2.1.3.1. Transporte público .....	26
2.1.3.2. Transporte privado.....	27
2.1.4. Estadística de accidentes de tránsito.....	27
2.1.5. Generación de viajes .....	27
2.1.6. Distribución Modal .....	28
2.1.7. Distribución de Viajes.....	28
2.2. Teoría del tráfico vehicular .....	29
2.2.1. Conflictos del tráfico vehicular.....	31
2.2.2. Modelo Fluido dinámico .....	32
2.2.3. Relación entre Flujo, Velocidad, Densidad.....	34

2.3. Capacidad de tránsito .....	36
2.3.1. Capacidad vial en intersecciones .....	39
2.3.1.1. Capacidad vial en intersecciones semaforizadas .....	40
2.3.1.2. Capacidad vial en intersecciones no semaforizadas .....	44
2.3.1.3. Capacidad vial en intersecciones con Rotonda .....	44
2.3.1.4. Capacidad de cruces peatonales .....	46
2.3.1.4.1. Capacidad vehicular en cruces peatonales .....	46
2.3.1.4.2. Capacidad de cruce peatonal .....	47
2.3.2. Niveles de servicio en intersecciones .....	47
2.3.2.1. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas .....	51
2.3.2.2. Relación entre capacidad y niveles de servicio .....	53
CAPITULO III. MODELO DE UN ESTUDIO DE TRÁFICO .....	55
3.1. Área de influencia .....	55
3.2. Diseño Geométrico del Óvalo, intersección vial y desvíos .....	65
3.3. Semaforización en la intersección vial .....	68
3.4. Señalización .....	74
3.4.1. Señalización Horizontal .....	74
3.4.2. Señalización Vertical .....	77
3.5. Tipo de Transporte .....	79
3.6. Aforo Vehicular y peatonal .....	81
3.6.1. Aforo Vehicular .....	82
3.6.2. Aforo Peatonal .....	84
3.7. Capacidad de la intersección vial con Rotonda .....	86
CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DEL PROYECTO .....	90
4.1. Evaluación Actual .....	91
4.1.1. Resultados utilizando el programa Synchro 8.0 .....	92
4.2. Evaluación Futura .....	97
4.1.2. Resultados utilizando el programa Synchro 8.0 .....	97
4.3. Variaciones .....	102
CAPÍTULO V. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN .....	104
5.1. Propuesta de solución a Bajo Costo .....	106
5.1.1. Desarrollo de Propuesta .....	106



5.1.1.1. Diseño Geométrico: Bahías .....	106
5.1.1.2. Semaforización .....	110
5.1.1.3. Redimensionamiento o Demolición de Ovalo .....	110
5.1.1.4. Peatonalización .....	111
5.1.1.5. Señalización .....	112
5.1.2. Resultados usando el Programa Synchro Studio 8.0 .....	113
5.1.2.1. Actual .....	113
5.1.2.2. Futuro .....	117
5.2. Propuesta de Solución a Alto Costo .....	121
5.2.1. Desarrollo de Propuesta .....	121
5.2.1.1. Primer Nivel .....	121
5.2.1.2. Segundo Nivel .....	122
5.2.1.3. Diseño Geométrico: Bahías .....	123
5.2.1.4. Semaforización .....	123
5.2.1.5. Peatonalización .....	124
5.2.1.6. Señalización .....	125
5.2.2. Resultados usando el Programa Synchro Studio 8.0 .....	126
5.2.2.1. Actual .....	126
5.2.2.2. Futuro .....	129
5.3. Comparación y Variación en Resultados .....	132
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES .....	137
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES .....	139
BIBLIOGRAFÍA .....	140
FUENTES INFORMATICAS .....	142
<b>ANEXOS</b> .....	143
<b>PLANOS</b> .....	149

## INDICE IMÁGENES, CUADROS, TABLAS, PLANOS, ANEXOS

### IMAGENES

Imagen N° 1: Ubicación Ovalo Los Incas .....	16
Imagen N° 2: Esquema de Transporte .....	29
Imagen N° 3: Interacción de Usuarios e Infraestructura.....	30
Imagen N° 4: Clasificación de los Conflictos de Tráfico .....	31
Imagen N° 5: Representación del Tráfico en el Espacio y Tiempo .....	32
Imagen N° 6: Diagramas Fundamentales de Flujo de Tránsito .....	34
Imagen N° 7: Diagrama Velocidad vs Densidad .....	34
Imagen N° 8: Diagrama Velocidad vs Flujo.....	35
Imagen N° 9: Diagrama de Flujo vs Densidad .....	35
Imagen N° 10: Representación Esquemática de las Vías Urbanas en el Perú. ....	37
Imagen N° 11: Ejemplo Ciclo Semafórico.....	37
Imagen N° 12: Intersección Vial.....	39
Imagen N° 13: Circulación Vial Interrumpida por una Intersección .....	39
Imagen N° 14: Diagrama de Longitud del Ciclo Semáforo. ....	40
Imagen N° 15: Correcto uso de rotonda .....	44
Imagen N° 16: Elementos contenidos en la fórmula de Wardrop.....	46
Imagen N° 17: Niveles de Servicio del Flujo Vehicular .....	49
Imagen N° 18: Relación entre los niveles de servicio, la velocidad de servicio y el índice de servicio .....	49
Imagen N° 19: Tipos de Semáforo con luces de giro o viraje .....	51
Imagen N° 20: Mapa distrital de Arequipa.....	55
Imagen N° 21: Jerarquización Vial .....	56
Imagen N° 22: Área de Influencia – Ovalo Los Incas .....	59
Imagen N° 23: Uso de Suelo .....	60
Imagen N° 24: Tipo de Edificaciones y Establecimientos .....	61
Imagen N° 25: Zonas Urbanizaciones Aledañas .....	62
Imagen N° 26: Residenciales Aledañas .....	62
Imagen N° 27: Centros Comerciales .....	63
Imagen N° 28: Centros de Esparcimiento .....	63
Imagen N° 29: Centros Educativos.....	63
Imagen N° 30: Hospital Honorio Delgado.....	64
Imagen N° 31: Avenidas y Pasajes que intervienen en el Ovalo Los Incas .....	65
Imagen N° 32: Ubicación Semáforos.....	68
Imagen N° 33: Semáforo S1.....	69
Imagen N° 34: Giros permitidos Semáforo S1 .....	69
Imagen N° 35: Semáforo S2.....	69
Imagen N° 36: Giros permitidos Semáforo S2 .....	69
Imagen N° 37: Semáforo S3.....	70
Imagen N° 38: Giros permitidos Semáforo S3 .....	70
Imagen N° 39: Semáforo S4.....	70
Imagen N° 40: Giros permitidos Semáforo S4 .....	70
Imagen N° 41: Semáforo S5A .....	71
Imagen N° 42: Giros permitidos Semáforo S5A .....	71
Imagen N° 43: Semáforo S5B .....	71
Imagen N° 44: Giros permitidos Semáforo S5B .....	71
Imagen N° 45: Movilización en Fase “A” .....	72
Imagen N° 46: Movilización en Fase “B” .....	72
Imagen N° 47: Giros Intersección.....	73
Imagen N° 48: Líneas Longitudinales Continuas .....	76
Imagen N° 49: Líneas Longitudinales Discontinuas.....	76
Imagen N° 50: Cruces Peatonales .....	76
Imagen N° 51: Líneas de Detención .....	77
Imagen N° 52: Flechas Direccionales .....	77
Imagen N° 53: Señales Informativas .....	78
Imagen N° 54: Señales preventivas.....	78
Imagen N° 55: Motocicletas en "Ovalo Los Incas" .....	79
Imagen N° 56: Autos en “Ovalo Los Incas” .....	79

Imagen N° 57: Combis y Coasters en "Ovalo Los Incas" .....	79
Imagen N° 58: Camionetas en "Ovalo Los Incas" .....	80
Imagen N° 59: Camiones en "Ovalo Los Incas" .....	80
Imagen N° 60: Remolque en "Ovalo Los Incas" .....	80
Imagen N° 61: Hora de congestión vehicular "Ovalo Los Incas" .....	81
Imagen N° 62: Puntos de Control para Aforo Vehicular .....	82
Imagen N° 63: Sentidos y cruces peatonales .....	84
Imagen N° 64: Peatones Transitando.....	85
Imagen N° 65: Ovalo Los Incas 13:00 Hrs. ....	90
Imagen N° 66: ICU - Actual .....	93
Imagen N° 67: Nivel de Servicio – Actual.....	94
Imagen N° 68: Modelamiento Virtual – ACTUAL .....	95
Imagen N° 69: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas - Actual .....	96
Imagen N° 70: Panel Fotográfico referente a niveles de servicio En Horas Punta.....	96
Imagen N° 71: Factor ICU – PROYECTADO.....	98
Imagen N° 72: Nivel De Servicio – Proyectado.....	99
Imagen N° 73: Modelamiento Virtual – Proyectado .....	100
Imagen N° 74: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas - Proyectado.....	101
Imagen N° 75: Panel fotográfico en horas punta .....	102
Imagen N° 76: Conflicto por giro a la izquierda proveniente de Av. Los Incas.....	105
Imagen N° 77: Bermas Centrales Av. Dolores y Av. La Salud .....	106
Imagen N° 78: Ejemplo de Reducción de Berma Central .....	107
Imagen N° 79: Rutas que suplen el giro a la izquierda desde Av. Los Incas .....	108
Imagen N° 80: Comparación Berma Central y Propuesta de Bahía .....	109
Imagen N° 81: Ruta Circulación Peatonal – Propuesta Bajo Costo .....	111
Imagen N° 82: Señalización – Propuesta Bajo Costo .....	112
Imagen N° 83: Nivel de Servicio – Propuesta Bajo Costo (2015) .....	113
Imagen N° 84: ICU – Propuesta Bajo Costo (2015) .....	114
Imagen N° 85: Modelamiento Virtual – Propuesta Bajo Costo (2015) .....	114
Imagen N° 86: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2015) .....	116
Imagen N° 87: Nivel de Servicio – Propuesta Bajo Costo (2020) .....	117
Imagen N° 88: ICU – Propuesta Bajo Costo (2020) .....	118
Imagen N° 89: Modelamiento Virtual – Propuesta Bajo Costo (2020) .....	118
Imagen N° 90: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2020) .....	120
Imagen N° 91: Primer Nivel Intercambio Vial (PLANO N°25) .....	122
Imagen N° 92: Segundo Nivel Intercambio Vial (PLANO N°26) .....	123
Imagen N° 93: Ruta Circulación Peatonal – Propuesta Alto Costo .....	124
Imagen N° 94: Señalización – Propuesta Alto Costo.....	125
Imagen N° 95: Nivel de Servicio – Propuesta Alto Costo (2015) .....	126
Imagen N° 96: ICU – Propuesta Alto Costo (2015) .....	127
Imagen N° 97: Modelamiento Virtual – Propuesta Alto Costo (2015).....	127
Imagen N° 98: Nivel de Servicio – Propuesta Alto Costo (2020) .....	129
Imagen N° 99: ICU – Propuesta Alto Costo (2020) .....	130
Imagen N° 100: Modelamiento Virtual – Propuesta Alto Costo (2020).....	130
Imagen N° 101: Solución a Bajo Costo: Bahías .....	136
Imagen N° 102: Solución a Alto Costo: Intercambio Vial (Ejemplo) .....	136

## CUADROS

Cuadro N° 1: Sectores que generan afluencia de público .....	62
Cuadro N° 2: Detalles Semáforos .....	69
Cuadro N° 3: Señalización Vertical en "Ovalo Los Incas" .....	78
Cuadro N° 4: Tipos de Transporte en "Ovalo Los Incas" .....	79



## TABLAS

Tabla N° 1: Características de Servicio del Flujo Peatonal .....	50
Tabla N° 2: Nivel de Servicio.....	51
Tabla N° 3: Resumen datos geométricos y velocidad .....	67
Tabla N° 4: Datos de Bermas de Avenidas .....	67
Tabla N° 5: Datos ovalo los incas.....	67
Tabla N° 6: Códigos, Anexos, Puntos de Control – Aforo Vehicular .....	83
Tabla N° 7: Códigos, Anexos, Puntos de Control – Aforo Peatonal .....	85
Tabla N° 8: Autos Directamente Equivalentes (ADE) .....	86
Tabla N° 9: Resultados de Mayor Aforo Vehicular por día, vía y hora .....	87
Tabla N° 10: Resumen de máximos resultados de Aforo Vehicular .....	87
Tabla N° 11: Máxima hora de demanda (ADE) .....	88
Tabla N° 12: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0.....	88
Tabla N° 13: Suma de Giros realizados .....	88
Tabla N° 14: Resultados Aforo Peatonal .....	89
Tabla N° 15: Nivel de Servicio en intersecciones Semaforizadas.....	91
Tabla N° 16: Nivel de Servicio en intersecciones NO Semaforizadas .....	91
Tabla N° 17: Nivel de Servicio según Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU).....	92
Tabla N° 18: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0 - ACTUAL .....	92
Tabla N° 19: Cuadro Resumen de datos obtenidos en intersecciones – ACTUAL .....	95
Tabla N° 20: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – ACTUAL .....	95
Tabla N° 21: Tasa de Crecimiento Vehicular en Arequipa .....	97
Tabla N° 22: Resultados ADE para synchro studio 8.0 – PROYECTADO.....	97
Tabla N° 23: Cuadro Resumen de datos obtenidos – Proyectado .....	100
Tabla N° 24: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Proyectado .....	100
Tabla N° 25: Variación Niveles de Servicio.....	102
Tabla N° 26: Resumen Resultados Obtenidos .....	104
Tabla N° 27: Opciones de Giro a la Izquierda.....	107
Tabla N° 28: Temporización de Semáforo - Actual .....	110
Tabla N° 29: Temporización de Semáforo – Propuesta .....	110
Tabla N° 30: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0 - ACTUAL .....	113
Tabla N° 31: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2015) .....	115
Tabla N° 32: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo C. (2015).....	115
Tabla N° 33: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Bajo Costo (2015) .....	115
Tabla N° 34: Resultados ADE para synchro studio 8.0 – PROYECTADO.....	117
Tabla N° 35: Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2020) .....	119
Tabla N° 36: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo C. (2020).....	119
Tabla N° 37: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Bajo Costo (2020) .....	119
Tabla N° 38: Temporización de Semáforo en Bahías.....	123
Tabla N° 39: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0 - ACTUAL .....	126
Tabla N° 40: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Alto Costo (2015) .....	128
Tabla N° 41: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Alto C. (2015) .....	128
Tabla N° 42: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Alto Costo (2015) .....	128
Tabla N° 43: Resultados ADE para synchro studio 8.0 – PROYECTADO.....	129
Tabla N° 44: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Alto Costo (2020) .....	131
Tabla N° 45: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Alto C. (2020) .....	131
Tabla N° 46: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Alto Costo (2020) .....	131
Tabla N° 47: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas.....	132
Tabla N° 48: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas.....	133
Tabla N° 49: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas - Demora .....	133
Tabla N° 50: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Nivel de Servicio .....	134

## GRAFICOS

Gráfico N° 1: Crecimiento Parque Automotor en cada intersección .....	103
Gráfico N° 2: Aumento de Demora en cada acceso al Ovalo Los Incas .....	103
Gráfico N° 3: Evolución Solución Bajo Costo.....	132
Gráfico N° 4: Comparación - Demora .....	134
Gráfico N° 5: Comparación – Nivel de Servicio.....	135

## PLANOS

Plano N°01: Ubicación - Ovalo Los Incas  
Plano N°02: Ovalo Los Incas  
Plano N°03: Pasaje El Carmen - Pasaje Dolores  
Plano N°04: Ubicación - Semáforos  
Plano N°05: Circulación Fase A y Fase B en Ovalo Los Incas  
Plano N°06: Circulación Proveniente Av. Los Incas y Av. Dolores Cercado  
Plano N°07: Circulación Proveniente Av. La Salud y Av. Dolores JLBR  
Plano N°08: Circulación Av. Agricultura y Dolores (JLBR) Pasaje Dolores y El Carmen  
Plano N°09: Circulación y Flujo Vehicular - Actual  
Plano N°10: Propuesta Circulación Acceso 1 - Avenida Los Incas  
Plano N°11: Propuesta Circulación Acceso 2 - Avenida Dolores (Tramo Cercado)  
Plano N°12: Propuesta Circulación Acceso 3 - Avenida La Salud  
Plano N°13: Propuesta Circulación Acceso 4 - Avenida Dolores (Tramos JLB y Rivero)  
Plano N°14: Circulación y Flujo Vehicular - Propuesta Bajo Costo  
Plano N°15: Propuesta Circulación Acceso 1 - Avenida Los Incas  
Plano N°16: Propuesta Circulación Acceso 2 - Avenida Dolores (Cercado)  
Plano N°17: Propuesta Circulación Acceso 3 - Avenida La Salud  
Plano N°18: Propuesta Circulación Acceso 4 - Avenida Dolores (JLBR)  
Plano N°19: Circulación y Flujo Vehicular - Propuesta Alto Costo  
Plano N°20: Circulación Peatonal Actual  
Plano N°21: Circulación Peatonal Propuesta Bajo Costo  
Plano N°22: Circulación Peatonal Propuesta Alto Costo  
Plano N°23: Berma Central Actual - Bahía Proyectada  
Plano N°24: Ejemplo de Rutas para suplir el giro a la izquierda proveniente de la Av. Los Incas  
Plano N°25: Vista en Planta Primer Nivel de Intercambio Vial  
Plano N°26: Vista en Planta Segundo Nivel de Intercambio Vial

## ANEXOS

Anexo 01: Estudio de Velocidad  
Anexo 02: Aforo Vehicular Día Lunes – Acceso N°1 (Avenida Los Incas)  
Anexo 03: Aforo Vehicular Día Lunes – Acceso N°2 (Avenida Dolores – Tramo Cercado)  
Anexo 04: Aforo Vehicular Día Lunes – Acceso N°3 (Avenida La Salud)  
Anexo 05: Aforo Vehicular Día Lunes – Acceso N°4 (Avenida Dolores – Tramo J. Luis Bustamante y Rivero)  
Anexo 06: Aforo Vehicular Día Lunes – Influyente N°4.1 (Avenida Dolores – Tramo JL. Bustamante y Rivero)  
Anexo 07: Aforo Vehicular Día Lunes – Influyente N°4.2 (Avenida Cultura Chimú)  
Anexo 08: Aforo Vehicular Día Viernes – Acceso N°1 (Avenida Los Incas)  
Anexo 09: Aforo Vehicular Día Viernes – Acceso N°2 (Avenida Dolores – Tramo Cercado)  
Anexo 10: Aforo Vehicular Día Viernes – Acceso N°3 (Avenida La Salud)  
Anexo 11: Aforo Vehicular Día Viernes – Acceso N°4 (Avenida Dolores – Tramo J. Luis Bustamante y Rivero)  
Anexo 12: Aforo Vehicular Día Viernes – Influyente N°4.1 (Avenida Dolores – Tramo JL. Bustamante y Rivero)  
Anexo 13: Aforo Vehicular Día Viernes – Influyente N°4.2 (Avenida Cultura Chimú)  
Anexo 14: Aforo Vehicular Día Sábado – Acceso N°1 (Avenida Los Incas)  
Anexo 15: Aforo Vehicular Día Sábado – Acceso N°2 (Avenida Dolores – Tramo Cercado)  
Anexo 16: Aforo Vehicular Día Sábado – Acceso N°3 (Avenida La Salud)  
Anexo 17: Aforo Vehicular Día Sábado – Acceso N°4 (Avenida Dolores – Tramo J. Luis Bustamante y Rivero)  
Anexo 18: Aforo Vehicular Día Sábado – Influyente N°4.1 (Avenida Dolores – Tramo JL. Bustamante y Rivero)  
Anexo 19: Aforo Vehicular Día Sábado – Influyente N°4.2 (Avenida Cultura Chimú)  
Anexo 20: Aforo Vehicular Día Domingo – Acceso N°1 (Avenida Los Incas)  
Anexo 21: Aforo Vehicular Día Domingo – Acceso N°2 (Avenida Dolores – Tramo Cercado)  
Anexo 22: Aforo Vehicular Día Domingo – Acceso N°3 (Avenida La Salud)  
Anexo 23: Aforo Vehicular Día Domingo – Acceso N°4 (Avenida Dolores – Tramo J. Luis Bustamante y Rivero)  
Anexo 24: Aforo Vehicular Día Domingo – Influyente N°4.1 (Avenida Dolores – Tramo JL. Bustamante y Rivero)  
Anexo 22: Aforo Vehicular Día Domingo – Influyente N°4.2 (Avenida Cultura Chimú)  
Anexo 26: Resumen Aforos Vehiculares de máxima demanda Actuales y Proyectados  
Anexo 27: Aforo Peatonal día Lunes  
Anexo 28: Aforo Peatonal día Viernes  
Anexo 29: Aforo Peatonal día Sábado  
Anexo 30: Tasas consideradas para los vehículos según Expediente Técnico Gobierno Regional



## CAPÍTULO I. GENERALIDADES

### 1.1. Introducción

El transporte es una actividad básica en la sociedad desde el punto de vista tanto económico como social, dicha actividad requiere un importante seguimiento el cual busque lograr la máxima eficiencia posible, sin embargo, la falta de planificación y el crecimiento desmedido del parque automotor genera problemas de congestión vehicular, los mismos que deben ser analizados y tratados mediante estudios de tránsito, estos nos permitirán diagnosticar los problemas de ciertas zonas y tomar las mejores decisiones para solucionar dichos problemas en el menor plazo posible y con la mayor vida útil posible.

En los últimos años la ciudad de Arequipa considerada la segunda ciudad más importante del país, ha experimentado un crecimiento sostenido gracias a su economía dinámica y pujante, el cual se ve reflejado en la construcción de mega centros comerciales por toda la ciudad y la ampliación de servicios financieros como los créditos que otorgan las cajas municipales de ahorro y crédito, sin embargo este crecimiento ha atraído consigo el centralismo de la región y la migración de gran cantidad de compatriotas, provocando la sobrepoblación de la capital del departamento de Arequipa, generando un crecimiento exponencial del parque automotor que sumado a la falta de autopistas, sistemas de transporte integrado, corredores viales y secciones viales apropiadas producen el grave problema del tráfico vehicular al que los Arequipeños se enfrentan diariamente.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), indica que toda construcción y/o obra civil requiere presentar un Estudio de Impacto Vial (EIV) a la entidad correspondiente, como en este caso son las municipalidades de cada distrito, sin embargo no se le da la debida importancia, ya que este documento no es revisado minuciosamente y por tanto se cometen errores que producen problemas como los que podemos apreciar diariamente en la ciudad en las denominadas horas punta.



Este trabajo de Tesis consiste en plantear el desarrollo de un Estudio de Tráfico del “Ovalo Los Incas”, dicho estudio nos permitirá describir, analizar y procesar los resultados obtenidos mediante el programa Synchro Studio 8.0, mediante el cual se simulará la situación actual y futura del “Ovalo Los Incas” para después encontrar las soluciones adecuadas a bajo y alto costo, las cuales buscan gestionar la demanda vehicular y disminuir la congestión vehicular, cumpliendo los parámetros y reglamentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016 – 2025.

## 1.2. Antecedentes

- Arequipa, capital del departamento de Arequipa, es una ciudad que cuenta con una población de 969284 habitantes<sup>1</sup> y una superficie de 9682.02 km<sup>2</sup>, presenta un importante crecimiento económico en los últimos 13 años, afianzándose como la segunda ciudad más importante del país, sin embargo toda ciudad en vías de desarrollo trae consigo nuevos problemas los cuales deben ser previstos y/o mitigados por las entidades correspondientes.
- La Municipalidad Provincial de Arequipa y la sociedad civil Arequipeña han elaborado el PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO DE AREQUIPA 2016 - 2025 el cual incluye el Sistema Vial cuyo objetivo es **garantizar la articulación y transitabilidad eficiente** tanto del área metropolitana como de las Unidades Urbanas.
- Del mismo modo se debe de lograr una sostenibilidad Ambiental. Lo que involucra el respeto de la dignidad humana y la mejora continua de la calidad de vida de la población, asegurando una protección adecuada de la salud de las personas. La gestión medioambiental y la aplicación práctica de los principios de la sostenibilidad conducirán a un distrito que será más saludable para la ocupación humana.

---

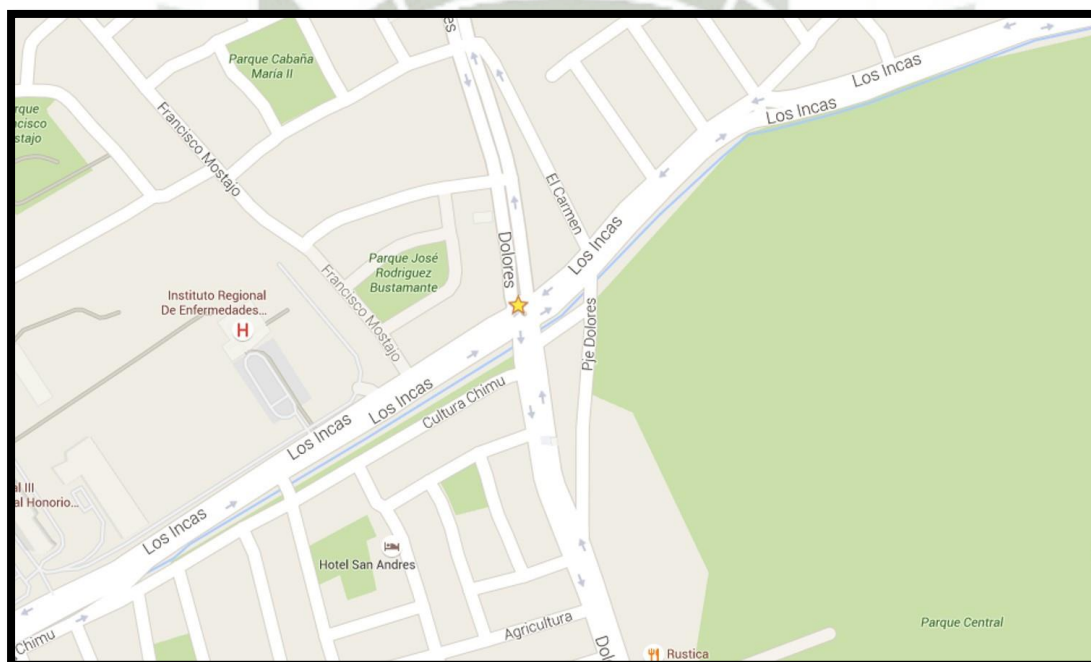
<sup>1</sup> (Informática) Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

- La ciudad viene excediendo su capacidad vial, ya sea por la geometría de sus vías las cuales presentan secciones transversales angostas, la falta de un sistema integrado de transporte el cual pueda movilizar a más de 800 000 pasajeros diariamente, el incremento del parque automotor tanto en el sector privado y más aún en el sector público ya que hay un exceso de oferta que cuenta con más de 23 000 unidades para el transporte de los Arequipeños o la dinamización comercial de gran parte de la ciudad, todos estos problemas generan gran congestión vehicular en varios puntos de la ciudad los cuales se pueden apreciar fácilmente en las denominadas horas punta.
- Es así que el “Ovalo Los Incas” se ve afectado por los problemas mencionados anteriormente deteriorando la calidad de vida de conductores, peatones y la población en general, ya que, el tráfico generado en dicha zona produce un incremento de costos y tiempo de viaje, por tanto la disminución de la productividad y por último el incremento de accidentes.
- Si bien la Municipalidad Provincial de Arequipa viene desarrollando desde 2001 distintos tipo de acciones para dar solución a la problemática del transporte público, el cual afecta a más del 70% de la población, esto no se concreta generando que los problemas de congestión vehicular sigan agravándose con el paso de los años y siendo necesario plantear una solución a la situación actual tanto de toda la ciudad como del “Ovalo Los Incas”.
- En el periodo 2003 – 2006 el alcalde Yamel Romero Peralta gestionó la construcción del “Ovalo Los Incas” el cual mitigo la congestión vehicular de la intersección sin embargo con el paso de los años y el crecimiento de la ciudad, la capacidad vial de la intersección se ve rebasada.

### 1.3. Presentación del problema

El “Ovalo Los Incas” se ve afectado de una gran congestión vehicular en horas punta, ya que, al estar ubicado en la intersección de la “Avenida Dolores” y la “Avenida Los Incas” tiene una alta demanda vehicular por su cercanía a lugares que albergan gran aforo de público provenientes de lugares como un Hospital, Universidades, Centros Educativos, Centros Comerciales, Centros de Esparcimiento, etc. Sumado al crecimiento del parque automotor se generan cambios en el nivel de servicio de la intersección en estudio, los cuales pueden alcanzar niveles de servicio E y F volviéndose intransitable a ciertas horas. (Ver Plano N° 01)

Imagen N° 1: Ubicación Ovalo Los Incas



Fuente: elaboración propia mediante Google Maps

### 1.4. Objetivos

#### 1.4.1. Objetivo general

El Objetivo General de este trabajo de Tesis es plantear soluciones al problema de la congestión vehicular en el “Ovalo Los Incas” mediante propuestas a bajo y alto costo respectivamente las cuales nos brinden una adecuada condición de transitabilidad vehicular y peatonal.



### 1.4.2. Objetivos específicos

Los siguientes objetivos específicos serán explicados con el avance de la tesis:

1. Exponer conceptos con relación a un Estudio de Tráfico y/o Impacto Vial, su desarrollo e implicación actual con la zona elegida.
2. Mediante el Marco Teórico explicar la teoría respectiva al Impacto Vial, el Tráfico Vehicular y la Capacidad de Tránsito, la cual nos ayude a entender el desarrollo de un estudio de Tráfico y/o Impacto Vial.
3. Mostrar un modelo de Estudio de Tráfico típico de una intersección de dos avenidas, analizar y clasificar las redes aledañas, describir la geometría correspondiente, dispositivos los cuales controlen el tráfico, volúmenes de tráfico actual, etc.
4. Identificar distintos factores los cuales influyan en el nivel de servicio de la intersección estudiada en el modelo planteado.
5. Modelar el tráfico actual y futuro mediante el programa Synchro Studio 8.0
6. Plantear soluciones a bajo y alto costo para disminuir la congestión vehicular encontrada.

### 1.5. Alcances y limitaciones del estudio de Tesis

ALCANCES:

- Evaluación empírica mediante el software Synchro Studio 8.0 analizando el Nivel de servicio del “Ovalo Los Incas”.
- Planteamiento de soluciones para el mejoramiento de los niveles de servicio
- Mitigación del tráfico vehicular y reducción de tiempos de espera.
- Planteamiento de solución a bajo costo: propuesta compuesta
- Planteamiento de solución a alto costo. Intercambio vial “Los Incas”.
- Análisis comparativo del tráfico vehicular actual con el proyectado a 2020
- Indicador de la tasa de crecimiento vehicular y crecimiento del área aledaña.

LIMITACIONES:

- Por seguridad se aforo mediante una filmadora, la cual brinda un adecuado enfoque del área de estudio.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Impacto Vial

Desde que el hombre existe, se desplaza de un lugar a otro queriendo ir cada vez más lejos, para esto ha inventado tantos medios de transporte como ha podido y con el pasar de los años sigue tratando de perfeccionarlos, sin embargo, en esta búsqueda de la perfección se dio cuenta de que es tan importante mejorar el vehículo como los caminos por los que estos circulan, creando vías, mallas o redes de transporte, infraestructuras, etc. Hoy no solo basta preocuparse en el vehículo y la infraestructura, sino que también es necesaria la planificación a futuro, la gestión adecuada de la demanda vehicular regulando el uso de los sistemas existentes y por último la incentivación de la cultura vial.

En los últimos años, gracias al crecimiento económico de la ciudad y las facilidades crediticias para adquirir vehículos de primera o segunda mano el parque automotor creció rápidamente y esto sin una planificación preventiva y adecuada del transporte urbano. Hoy en día, existen problemas de congestión vehicular en muchas calles de Arequipa, al tener una inadecuada infraestructura vial, un inadecuado Sistema de Control de Transporte y un alto crecimiento Urbano nuestra ciudad está sufriendo los problemas de congestión vial.

Es muy importante poner énfasis en mejorar el Sistema de Control de Transporte Urbano con programas de desarrollo urbano y nuevas ordenanzas municipales las cuales sigan los lineamientos del Plan Director Metropolitano 2016 - 2025. Así mismo las Municipalidades distritales deben cerciorarse de que cada nuevo proyecto de construcción y obra civil hagan un detallado Estudio de Impacto Vial, para gestionar la demanda y regular la oferta vehicular buscando favorecer a todos los ciudadanos ya sean peatones o conductores. *A continuación se mostrará 3 ordenanzas planteadas en la ciudad de Lima que hablan acerca de la definición de Estudio de Impacto Vial, su conformidad y la clasificación de los niveles de impacto Vial.*

**Definición:** “Conjunto de actividades que permiten evaluar cualitativa y cuantitativamente los efectos que produce sobre el entorno vial y transporte, el desarrollo urbanístico o el proceso de renovación de zonas o lotes de terreno, de forma de poder prever y mitigar sus efectos negativos mediante medidas administrativas y técnicas adecuadas, de manera que sea posible recuperar, alcanzar o mejorar el nivel de servicio existente en el entorno”<sup>2</sup>.

*Ordenanza N°1268, 2 de Julio 2009*

*Artículo N°3*

**Aprobación:** “La aprobación de los Estudios de Impacto Vial alcanza únicamente a la conformidad de las medidas de mitigación determinadas en el Estudio, por lo que no implica aprobación o modificación de parámetros urbanísticos o de secciones viales, tampoco reemplaza los procedimientos de obtención de autoridades que cuenten con procedimientos previamente establecidos”<sup>3</sup>.

*Ordenanza N°1404, 8 de Julio 2010 - Capítulo II: Alcance y clasificación de los Estudios de Impacto Vial - Artículo N°4*

**Clasificación:** Los EIV se dividen en 3 niveles los cuales son<sup>4</sup>:

**Nivel I:** Es aquel cuyo impacto vial se refiere exclusivamente a habilitaciones Urbanas.

**Nivel II:** Es aquel cuyo impacto vial se refiere exclusivamente a Proyectos Edificadores, como los proyectos de residencias (con más de 2500m<sup>2</sup> y más de 250 estacionamientos), hospedajes, centros de educación (mayor a 500 personas), industrias, comercio (mayor a 1500 personas), edificios corporativos (mayor a 5000m<sup>2</sup>), centros recreativos (mayor a 1000 personas) y edificios destinados a estacionamientos (mayor a 250 estacionamientos).

<sup>2</sup> Cfr. Ordenanza N°1268 – 2009 – Municipalidad Metropolitana de Lima

<sup>3</sup> Cfr. Ordenanza N°1404 – 2010 – Municipalidad Metropolitana de Lima

<sup>4</sup> Cfr. Ordenanza N°1694 – 2013 – Municipalidad Metropolitana de Lima



**Nivel III:** Es aquel cuyo impacto vial negativo es significativo, tanto cuantitativa y/o cualitativamente, ya sea de influencia distrital o metropolitana, que merezca una evaluación conjunta y especializada de otros órganos de la corporación municipal para identificar su viabilidad, así como para determinar las medidas de mitigación que puede llegar a incluir la construcción de infraestructura vial que debe de aplicarse durante su operación y funcionamiento. Como por ejemplo, complejos comerciales y mercados mayoristas (capacidad mayor a 1500 personas), edificios corporativos (capacidad mayor a 1500 personas), centros recreativos (más de 10000 personas), Transporte y Comunicaciones y Centros de Salud.”

*Ordenanza N°1694, 5 de Abril 2013*

*Procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto Vial sobre LM. - Artículo N°5*

A continuación se describirán los requisitos indispensables para un estudio de impacto vial (EIV) usados en Latinoamérica.

### 2.1.1. Requisitos para los estudios de Impacto Vial

La municipalidad provincial de Arequipa en trabajo conjunto con las distintas municipalidades distritales tiene como una de sus principales responsabilidades la planificación y gestión urbana, así mismo deben exigir la realización de un completo estudio de impacto ambiental (EIV), estableciendo claramente el contenido y dando los lineamientos o parámetros necesarios para el correcto desarrollo del mismo, de esta manera se podrá conseguir el objetivo fundamental del estudio, el cual es evaluar los impactos viales que se producirán en un futuro sobre la red vial, para luego poder mitigarlos mediante soluciones a bajo u alto costo.<sup>5</sup>

El Institute of Transportation Engineers (ITE) ha realizado investigaciones las cuales han servido como base y guía en la realización de los estudios de impacto vial (EIV) en todo el continente americano, por esto hay similitud entre América del Norte, Centro América y América del Sur. Una de las conclusiones más importantes y aceptada por varias investigaciones y modelos es que “100 vehículos por hora son suficientes para cambiar el nivel de servicio en una intersección”

---

<sup>5</sup> (QUINTERO, 2008)

El ingeniero venezolano Ángel Quintero, menciona algunos requerimientos que hace necesario un EIV basándose en investigaciones realizadas por el mismo, estos son usados en países con un alto desarrollo en el tema de transporte como Estados Unidos y Canadá:

- Un incremento de un 20 por ciento o más del volumen de un movimiento de tráfico en particular.
- Cuando el área de estudio presenta altos niveles de congestión.
- Si el organismo municipal lo requiere.
- Un incremento de 300 o más viajes generados por día en el área de estudio.
- Si un desarrollo, quiere decir la incorporación del proyecto, genera 100 o más viajes adicionales en la hora pico se debe hacer un EIV.
- Cuando el establecimiento del nuevo proyecto, no tenga los requisitos mínimos, o la entrada y salida puedan generar conflicto originando situaciones inseguras.
- Cuando el desarrollo proponga cambios en los patrones de circulación en el área de estudio.
- Si la relación v/c, de un movimiento en particular, de un acceso o de la intersección como un todo, en las intersecciones con semáforo es crítica ( $v/c \geq 0.85$ )
- Si las intersecciones con semáforos trabajan con carriles compartidos para movimientos rectos y giros.
- Si se prevé la incorporación del nuevo desarrollo directamente desde una vía arterial o colectora.

Grandes países desarrollados de América del Sur y sobre todo Centro América como Estados Unidos y Canadá plantean estos requerimientos para realizar un Estudio de Impacto Vial.

- Cuando el proyecto requiera más de 100 unidades de estacionamientos.
- Si se genera una cantidad de viajes superior a 3000 vehículos diarios totales.

- Si se generan una cantidad de viajes superior a 100 vehículos por hora y se requiera una cantidad superior a 50 unidades de estacionamiento.
- Cuando el desarrollo es construido en un área con problemas de congestión.
- Cuando se cambia la zonificación del área.
- Si el desarrollo propuesto genera más de 100 viajes durante la hora de máxima demanda.

*Es importante tener en cuenta que no hay reglas fijas las cuales justifiquen un EIV, siendo responsabilidad de cada entidad correspondiente. Dependiendo de variables como el ordenamiento urbano, los niveles de congestión presentados, los planes de desarrollo del lugar, las políticas y planes de cada municipio o entidad encargada.*

A continuación, se mostraran los pasos que se necesitan para realizar la metodología de un EIV según C.S. Papa Costas:

- Realizar una reunión con la municipalidad para discutir el alcance y extensión del estudio, fijar el año horizonte para el análisis. La municipalidad se debe comprometer a entregar datos del volumen de tráfico, historial de accidentes, mejoras planeadas para el transporte, entre otros.
- Realizar levantamientos de campo, los cuales incluyen: detallado reconocimiento del sitio del proyecto, red de vías en el área, dispositivos o aparatos de control de tráfico, tiempos de fase de los semáforos en la intersecciones semaforizadas, señales existentes, geometría de las vías, regulación de estacionamientos, las rutas de tránsito y paradas, usos de áreas adyacentes y localización de las calzadas.
- Conteo y encuesta de tráfico, el conteo de tráfico existente es realizado durante un periodo, días y estaciones convenidos por ambas partes. El estudio del tránsito de los vehículos motorizados, vecinos residentes y empleados debe ser recolectado para una mejor orientación en la distribución modal, distribución de viajes y asignación de tráfico.



- Finalmente, se realiza un análisis, el cual consiste en las siguientes tareas:
  - Generación de Viajes: se estiman los ratios o tasas de viajes, aplicando la distribución modal basada en la experiencia (data histórica del área) o de estudios locales.
  - Distribución de viajes
  - Asignación de viajes ajenos y del lugar en la red de vías basado en una regla de red de equilibrio o una técnica empírica.
  - Análisis de la capacidad y performance de las intersecciones señalizadas y no señalizadas.
  - Evaluación de resultados y recomendaciones para las mejoras.
- Revisión del plan del sitio e incorporación de las mejoras seleccionadas.
- Producción de reportes para el cliente y la municipalidad.<sup>6</sup>

### 2.1.2. Datos de red vial para los EIV

Se destacan como los datos más importantes, la geometría que presenta el área estudiada, los volúmenes de tránsito generados, la capacidad con la que se cuenta, el nivel de servicio que ofrece la intersección, el transporte público usado en la zona, estadísticas de accidentes de tránsito, entre otras características.

- **Datos de la geometría:**

Son parte fundamental de un estudio de Tráfico, los mismos, que al tener la mayor precisión posible nos darán un conocimiento más pegado a la realidad del área de estudio. Es recomendable hacer un levantamiento de campo mediante la elaboración de croquis de la zona de estudio lo más detallado posible, el cual cuente con dibujos de las vías de tránsito, ancho, divisiones, pendientes longitudinales de las vías en los accesos a las intersecciones, ubicación de semáforos, etc.

Es factible usar planos existentes como catastros los cuales deben ser lo más actualizados posibles o en su defecto actualizar el área de estudio. Así mismo tener una base de datos la cual cuente con fotografías y videos de las zonas de interés.

---

<sup>6</sup> (PAPACOSTAS, 1993)

- **Volúmenes de tránsito:**

Es fundamental tener información de los volúmenes de tránsito para el análisis de la situación actual de la zona en estudio. Asimismo, esta recolección de datos sirve de base para realizar la proyección a futuro de acuerdo al año horizonte seleccionado y tener una idea de cómo cambiará la zona a través de los años. Para la obtención de dichos volúmenes se puede optar por dos formas<sup>7</sup>:

- **Por medición directa en el área de estudio.**

Esta alternativa es más costosa y laboriosa, con ella se obtienen mejores resultados, los cuales son más pegados a la realidad ya que la data proviene de información recolectada en el área de estudio en el momento de interés.

- **Por datos históricos existentes:**

Esta alternativa es menos costosa y laboriosa, sin embargo es útil solo cuando se tiene datos actualizados de fuentes confiables y/o cuando se conoce las tendencias del tráfico de la zona con cierta exactitud, de lo contrario la información recolectada nos alejará de la realidad del área de estudio en el momento de interés.

Según Cal y Mayor existen varias formas de obtener recuentos de volúmenes de tránsito como las siguientes:

- Aforos manuales a cargo de personas, los cuales son particularmente útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en intersecciones, los volúmenes por carriles individuales y la composición vehicular.
- Aforos por combinación de métodos manuales y mecánicos, tales como el uso de contadores mecánicos accionados manualmente por observadores.
- Aforos con el uso de dispositivos mecánicos, los cuales automáticamente contabilizan y registran los ejes de los vehículos.
- Aforos con la utilización de técnicas tan sofisticadas como cámaras fotográficas, filmadoras y equipos electrónicos adaptados a computadoras

---

<sup>7</sup> Cfr. (QUINTERO, 2008)

Estos aforos son desarrollados en las intersecciones que forman parte de la zona de estudio, donde se registran los volúmenes por movimiento direccional. Esta data debe ser almacenada en plantillas manuales o electrónicas las cuales permitan diferenciar los diferentes movimientos posibles, ya sean giros a la izquierda, derecha, de frente o vuelta en U, siendo clasificados de acuerdo al tipo de vehículo para calcular los porcentajes de cada vehículo presente en el flujo vehicular.

Con el pasar de los años y la gran cantidad de estudios realizados se ha obtenido gran experiencia respecto a los aforos vehiculares, esta indica que los conteos deben realizarse en las intersecciones de mayor importancia que integren el área de estudio sean o no semaforizadas.

El ingeniero Ángel Quintero, menciona que se han obtenido resultados satisfactorios con tres días de conteos vehiculares, dos días representativos hábiles como lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, así como sábado como día representativo de fin de semana. El día domingo suele a poseer características atípicas. Hay que mencionar que esto puede variar de acuerdo al lugar de estudio

Cada periodo de una hora debe ser dividido en cuatro periodos de 15 minutos cada uno, con el fin de obtener las tasas de flujo y los factores de hora pico requerido para hacer el análisis de capacidad de la intersección. Finalmente es recomendable que los conteos se realicen de manera simultánea en la red vial

### **Características de la operación de la red vial**

Es sumamente importante determinar la capacidad de las vías, así como, sus niveles de servicio, para esto se usan modelos de simulación como: Highway Capacity Software (HCS 2000), Synchro Studio 8, Transcad, etc.

A continuación, se describen los requerimientos necesarios para la aplicación del HCS 2000, según el Highway Capacity Manual 2000.

- Los volúmenes horarios serán medidos en periodos de 15 minutos. El observador debe registrar el número de vehículos en cola al inicio de cada hora de conteo.



- Al registrar las unidades de transporte público es necesario especificar cuántas de ellas realizan maniobras de carga y descarga de pasajeros en las inmediaciones de las intersecciones, el Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000), contempla que estas maniobras deben considerarse en el análisis de capacidad en intersecciones con semáforos, cuando estas ocurran a 75 m aguas arriba y aguas abajo de la intersección.
- Debe registrarse el número de maniobras de estacionamiento por hora, así como el número de peatones y bicicletas que circulan a través de las intersecciones, estos son datos requeridos para el análisis.
- Es importante conocer los patrones de llegada del Highway Capacity Manual 2000 en las intersecciones con semáforos, estos pueden ser observados en campo.

Según las características de uso del suelo debe determinarse si la intersección está ubicada en una zona con marcada tendencia comercial.

Deben tomarse en campo los datos de semaforización: ciclos, fases, intervalos y contemplarse la existencia de planes de tiempos variables durante el día. En caso que la red opere con un sistema sincronizado de semáforos deben medirse los desfases y resulta conveniente la aplicación de modelos como Synchro o Transyt.

### 2.1.3. Sistemas de transporte

#### 2.1.3.1. Transporte público

Es necesario tener noción de esto mediante un inventario, el cual nos brinde la información necesaria respecto a los distintos sistemas de transporte público que presenta el área de estudio, así mismo, tener en cuenta datos como la ubicación de los paraderos, la frecuencia del servicio, la capacidad y situación de los vehículos, el número de rutas, etc. También es importante preguntar en el municipio cuáles son los planes a desarrollarse en el futuro, es decir, si existen planes de implementación de nuevas rutas, desarrollo de infraestructura vial, desarrollo de nuevos sistemas de transporte, etc.

El transporte público usado en la ciudad de Arequipa está conformado por buses, micros y taxis.

### 2.1.3.2. Transporte privado

Aquellos servicios que no están abiertos para el público general. Así mismo no tienen rutas, horarios y velocidades definidas.

### 2.1.4. Estadística de accidentes de tránsito

De ser una zona la cual cuente continuamente con accidentes de tránsito, es sumamente importante investigar el porqué de estos, la municipalidad y policía pueden brindar los datos de los accidentes suscitados con el fin de hallar el número, las causas y la severidad de los mismos. Mediante esta información se pueden tomar medidas en el futuro proyecto para mitigar dichos accidentes<sup>8</sup>

### 2.1.5. Generación de viajes

La estimación de la generación de viajes se realiza de forma separada de la siguiente manera:

**Tráfico Ajeno:** Se refiere a todo el tráfico que atraviesa el área de estudio más no tienen como origen ni como destino dicho lugar, así mismo el tráfico generado por el desarrollo dentro del área de estudio, pero fuera del área específica de análisis. En caso no se tengan los ratios demandados de la localidad el manual del ITE en la parte de generación de viajes se usa para asignar el tráfico ajeno y propio.

El manual de generación de viajes modelos de adición o multiplicación simples de la forma:

$$T = a + BX \quad \text{Ecuación N° 1}$$

$$\ln T = a + b \ln X \quad \text{Ecuación N° 2}$$

Donde:

- T: Total de Número de viajes generados
- X: Total de GFA o GLA u otro sitio
- a, b: parámetros del modelo
- GFA (siglas en inglés): área bruta del terreno
- GLA (siglas en inglés): área bruto de arrendamiento

<sup>8</sup> Cfr. (QUINTERO, 2008)

**Tráfico existente:** Aquel que atraviesa y tiene como origen o destino el área de estudio, este requiere una proyección al año horizonte, lo cual se hace aumentando el tráfico usando un ratio de crecimiento anual especificado o usando ratios de crecimiento histórico para el área en general. Algunas herramientas ofrecen pronósticos sofisticados incorporando parámetros demográficos y socioeconómicos. El método más sencillo de pronóstico y el año de horizonte más lejano son los más inciertos de los pronósticos.

Es aconsejable emplear alternativas de escenarios de crecimiento como constantes de crecimiento, crecimiento acelerado y disminución del crecimiento. Para calcular el crecimiento vehicular se utiliza la siguiente ecuación de Tasa de Crecimiento.

$$F = P * (1 + T)^n$$

**Ecuación N° 3**

Donde:

- P: Población Actual, T: Tasa Promedio
- N: Número de años proyectado

### 2.1.6. Distribución Modal

Los viajes estudiados necesitan ser ajustados para reflejar el tránsito público y viajes compartidos. Usualmente la distribución modal predominante, en similar desarrollo, es adoptada en el área general, si no la distribución modal es calibrada localmente. La distribución modal es esencial, ya que, varía satisfactoriamente de lugar a lugar. La data de generación de viajes es de locaciones semiurbanas con áreas del 100 % de modos automáticos de acción.

### 2.1.7. Distribución de Viajes

Se define como el número total de viajes generados por el sitio analizado, ya sean entrantes o aquellos que salen del sitio. Es importante conocer el origen de estos viajes entrantes como el destino de los que salen, de modo que las rutas permitidas y el impacto en las intersecciones aledañas puedan ser analizadas y evaluadas en los pasos de asignación de tráfico y análisis de performance de la intersección.

- Distribución de viajes: Identifica la dirección de origen o destino de los viajes.
- Asignación de viajes: Asigna los viajes en la extensión de las rutas específicas.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Cfr. (PAPACOSTAS, 1993)



## 2.2. Teoría del tráfico vehicular

El Tráfico es un fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.<sup>10</sup> Para tener una noción adecuada del porque hacer un EIV, es necesario conocer conceptos básicos de la dinámica del tránsito vehicular.

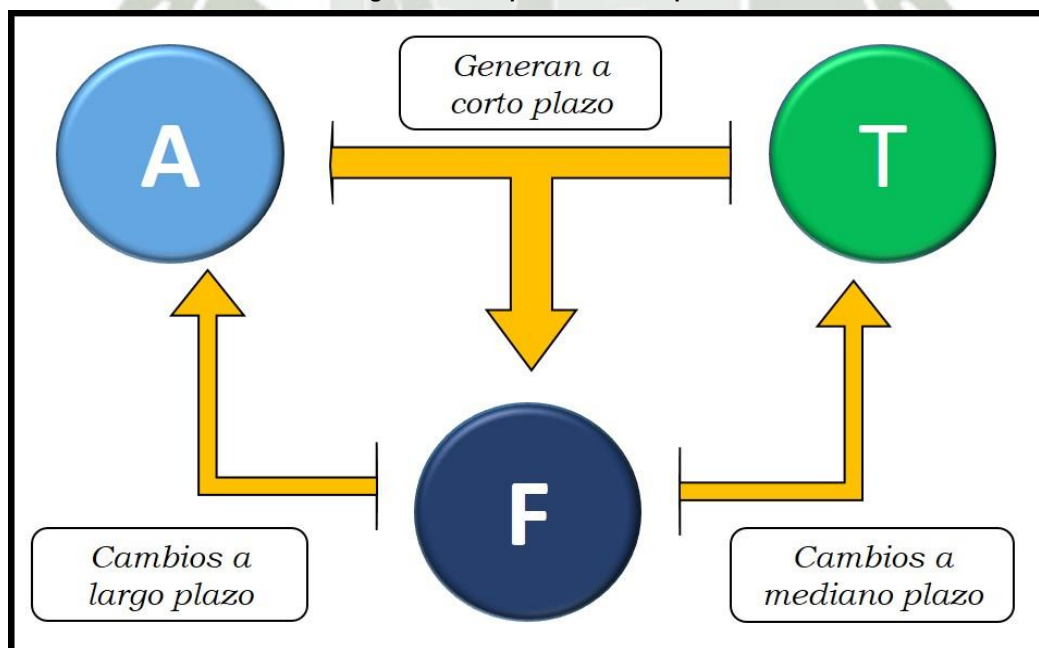
La Teoría del Tráfico Vehicular nos permite entender la dinámica del transporte a nivel mesoscópico y microscópico, es decir, el comportamiento de un flujo vehicular real y la interacción entre dos vehículos.

El desarrollo de esta tesis se enfoca en el modelamiento mesoscópico, principalmente en tres puntos fundamentales de esta teoría como son:

- A: Área geográfica
- T: Sistema de Transporte en el área geográfica
- F: Número de viajes realizados

Estos 3 puntos son los pilares del análisis de la Teoría del Tráfico Vehicular que varios investigadores han realizado, dichos estudios han servido para entender y dar propuestas de soluciones a la dinámica del transporte. A continuación se muestra el enfoque de estas tres perspectivas.

Imagen N° 2: Esquema de Transporte



Fuente: Elaboración basada en el libro "Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular"

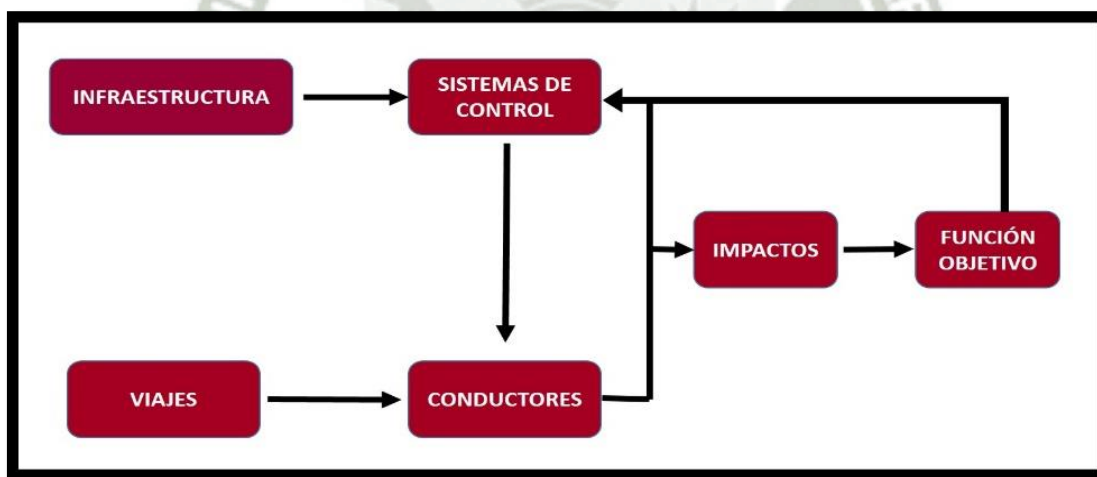
<sup>10</sup> Wikipedia – Tránsito Vehicular

En el esquema se puede apreciar la situación real del transporte urbano.

- Según la actividad que realiza cada persona y el tipo de transporte a emplearse se genera a **corto plazo** un número determinado de viajes.
- El número de viajes se va a incrementar a **mediano plazo** con el crecimiento del transporte público, es decir, nuevas conexiones viales que reduce el tiempo de transporte para los usuarios pero a un costo de generar más viajes, además, de realizar nuevos viajes según la actividad del individuo.
- Por último, la relación del área geográfica (nuevas infraestructuras) y el número de viajes de los peatones que producirá congestión a **largo plazo**.

La incorporación de nuevas infraestructuras de todo tipo generan problemas de congestión vehicular, esta teoría nos permite crear un sistema de control el cual tiene como objetivo principal mitigar el tráfico o congestión vehicular en función a la infraestructura y el número de viajes, como se puede observar en la siguiente imagen.

Imagen N° 3: Interacción de Usuarios e Infraestructura



Fuente: Elaboración basada en libro "Elementos de la Teoría del tráfico vehicular"

Como se puede apreciar en la Imagen N°003, el sistema de control de flujo permite la operación eficiente y apropiada del flujo de vehículos, así como la reducción de conflictos entre los vehículos<sup>11</sup>, para lograr un óptimo nivel de servicio en la vía (HCM 2000:19)

<sup>11</sup> Cfr. (FERNANDEZ & DEXTRE, 2011)

Esta teoría viene siendo utilizada en varios países hace varios años para desarrollar un sistema de Transporte Urbano eficiente, sin embargo en el Perú no se ha podido mejorar ya que la falta de planificación de la ciudad en un pasado, influye directamente en la geometría de las vías en un futuro, de esta manera se reducen las posibilidades de desarrollar un óptimo sistema de transporte y aumentan las posibilidades de tener congestión vehicular.

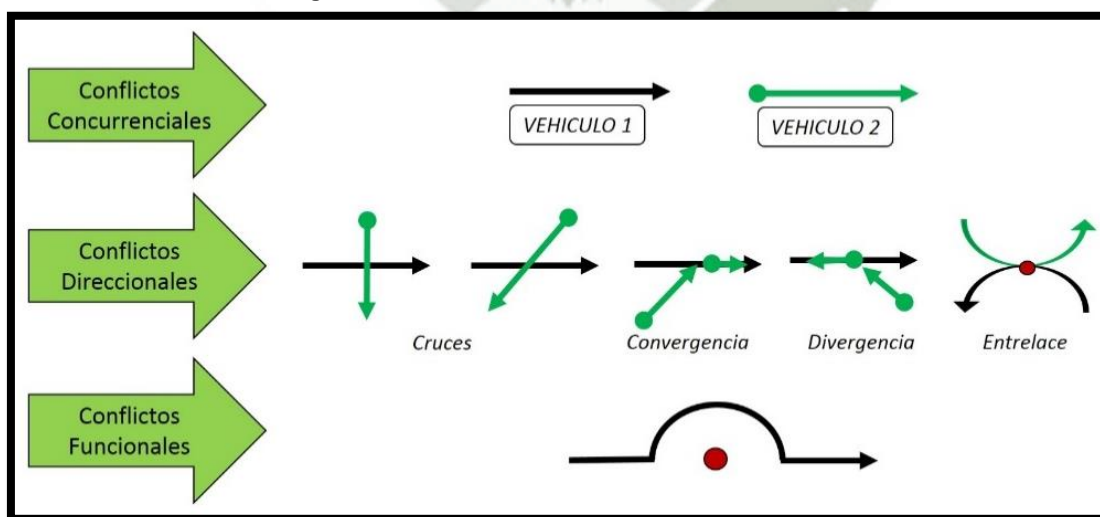
### 2.2.1. Conflictos del tráfico vehicular

Los conflictos del tráfico vehicular se dan cuando dos o más personas utilizan una misma vía mientras que están en circulación, y se clasifican en los siguientes tipos:

- **Conflictos Concurrenciales:** Suceden en tramos de vías angostas unidireccionales en donde dos vehículos se encuentran en un mismo punto de una vía con velocidades diferentes.
- **Conflictos Direccionales:** Sucede en una intersección o en una vía secundaria que se une a una avenida principal. Así mismo se produce en zonas donde no hay señal de Ceder el Paso.
- **Conflictos Funcionales:** Se dan cuando los vehículos de transporte público se detienen a recoger o dejar pasajeros en los paraderos formales o informales

En la siguiente imagen, apreciamos la clasificación de conflictos de tráfico.

Imagen N° 4: Clasificación de los Conflictos de Tráfico



Fuente: Elaboración basada en el libro "Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular"



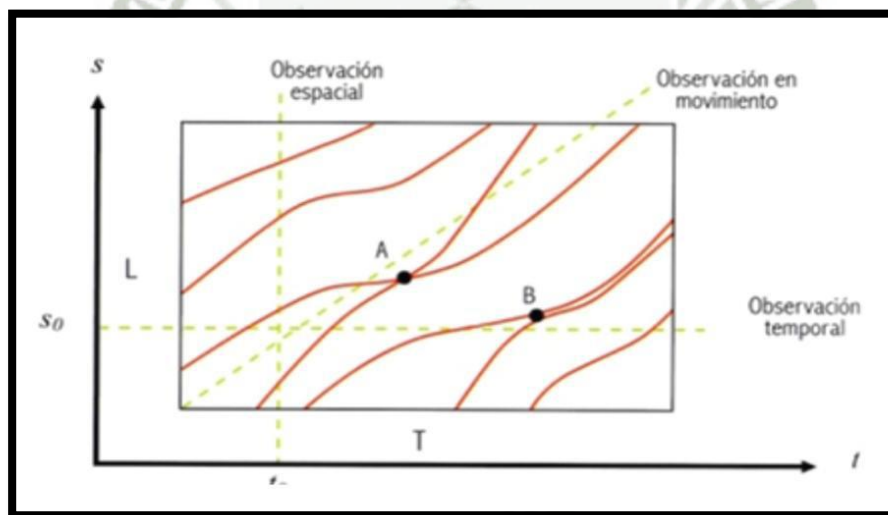
Estos conflictos son apreciables fácilmente ya que somos los gestores o los perjudicados al momento de viajar. Para solucionarlos se requiere un adecuado sistema de regulación vehicular, como contar con dispositivos de control operativos los cuales estén constantemente monitoreados, buscando su buen estado, eficiencia y por último que sean seguros y puedan controlar el flujo vehicular.

Para entender el tráfico real de una vía es importante conocer el *modelo fluido dinámico* del tránsito vehicular en función a los conflictos, sus componentes y su relación entre ambas.

### 2.2.2. Modelo Fluido dinámico

En el modelo de flujo dinámico, el tráfico se considera como un flujo continuo el cual no depende de la geometría de la vía, ya que la circulación vial se realiza en un tramo recto. El tráfico se proyecta en una dirección sobre un eje espacial y temporal como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen N° 5: Representación del Tráfico en el Espacio y Tiempo



Fuente: Elaboración basada en el libro "Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular"

Como se puede observar en la imagen N°5, las pendientes representan las velocidades de cada vehículo, que están en relación al tipo de vehículo y las condiciones del conductor. El punto A representa un adelantamiento y el punto B un alcance entre vehículos, el vehículo con mayor velocidad se adapta a la del vehículo con menor velocidad. Como el transporte es dinámico y varía en el tiempo es necesario entender las siguientes variables:

- **Tasa de flujo o flujo (q)**

Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. El intervalo de tiempo específico T es inferior a una hora.<sup>12</sup>

$$q = \frac{N}{T}$$

**Ecuación N° 4**

Donde:

- q: Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Veh./periodo)
- N: Número total de vehículos que pasan (Veh.)
- T: Periodo determinado (Unidad de tiempo)

- **Volumen (Q)**

Vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa.

- **Velocidad Media Temporal (Vt)**

La velocidad media Temporal es la **media aritmética** de velocidades de vehículos que transitan en un punto.

- **Velocidad Media Espacial (Vs)**

La velocidad media Espacial es la **media armónica** de velocidades de vehículos que transitan en un punto.

- **Densidad o Concentración (K)**

La concentración es el número de vehículos entre una distancia de tiempo. Una concentración alta nos indica que los vehículos están muy juntos y que las velocidades son bajas, por lo contrario, en una concentración baja los vehículos se encuentran separados a grandes distancias y las velocidades son altas.

Estas tres variables están relacionadas directamente unas con otras y son parte fundamental de la ingeniería del tránsito, la relación entre las tres variables se muestra en la Ecuación N°6

$$k = \frac{N}{d}$$

**Ecuación N° 5**

Donde:

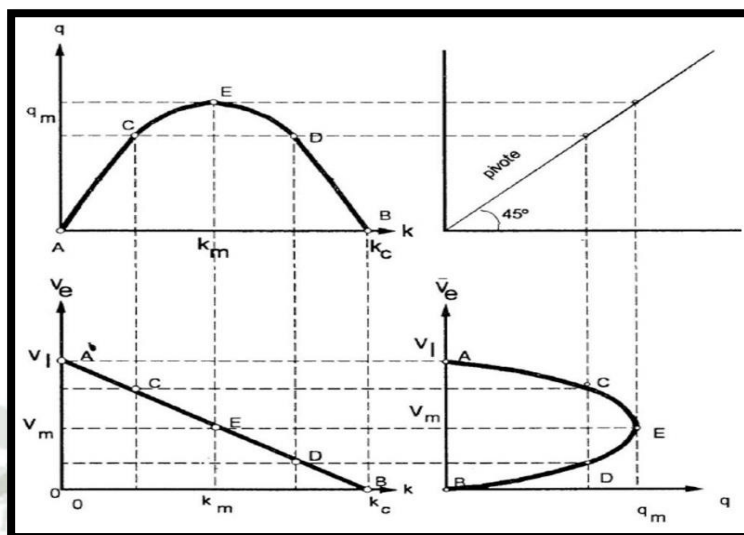
- K: Concentración o Densidad (Veh/km), d: Distancia (km)
- N: Vehículos que ocupan una longitud específica (Veh.)

<sup>12</sup> (CAL, MAYOR, & CARGENAS, 1994)

### 2.2.3. Relación entre Flujo, Velocidad, Densidad

La relación entre las tres variables describe el comportamiento real de una vía vehicular, como se puede observar en las siguientes imágenes.

Imagen N° 6: Diagramas Fundamentales de Flujo de Tránsito

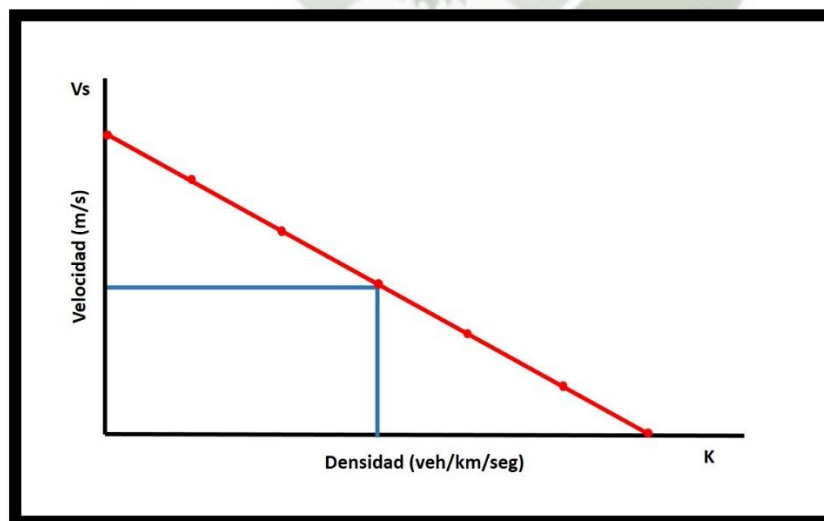


Fuente: Cal y Mayor

#### Velocidad vs Densidad

La relación entre ambos componentes es logarítmica, sin embargo, después de gran cantidad de investigaciones acerca del tema, se llegó a la conclusión que el comportamiento entre ambos es lineal, es decir, cuando la densidad vehicular aumenta en una vía, la velocidad empieza a disminuir y viceversa.

Imagen N° 7: Diagrama Velocidad vs Densidad



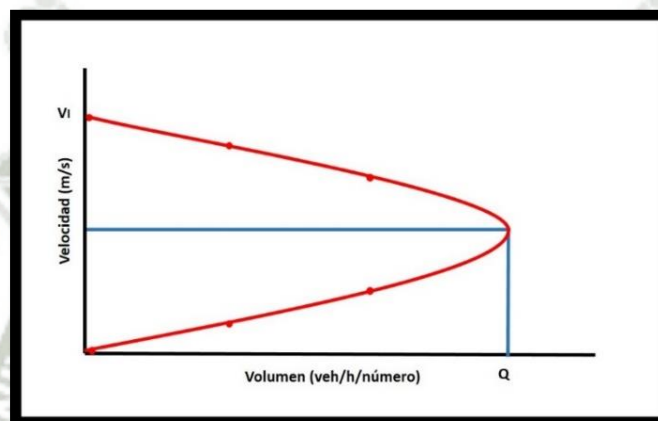
Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2000)



## Velocidad vs Volumen

La relación entre ambos componentes es una cuadrática. Cuando el flujo es muy bajo, existe poca interrelación entre los vehículos, existiendo mayor área para que estos transiten. Por tanto, los vehículos tienen la facilidad y/o libertad de aumentar a la máxima velocidad disponible (velocidad media espacial). La cual depende de las características de la vía, en caso de que una vía tenga una geometría reducida, la capacidad de flujo será menor, por tanto un incremento del mismo provocará la disminución de la velocidad hasta alcanzar a la densidad máxima.

Imagen N° 8: Diagrama Velocidad vs Flujo

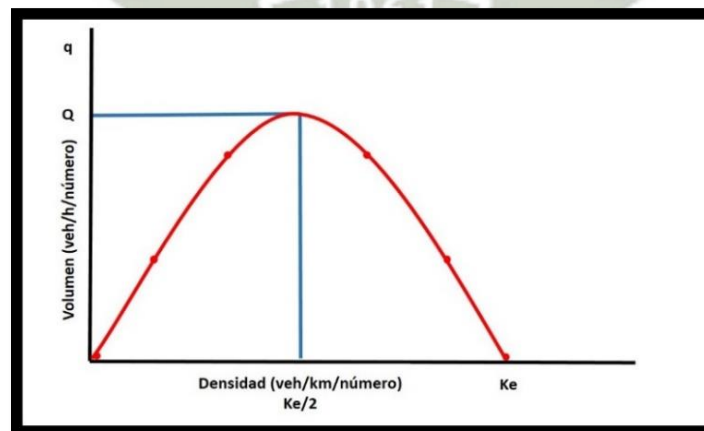


Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2000)

## Volumen vs Densidad

La relación entre ambos componentes es una cuadrática. En esta relación un incremento adicional en la densidad, reduce el flujo, el cual llegará a ser cero cuando la concentración es igual al embotellamiento.

Imagen N° 9: Diagrama de Flujo vs Densidad



Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2000)

El objetivo de este sub-capítulo es explicar la interrelación de los componentes del flujo fluido dinámico para el entendimiento de la capacidad de vías.

### 2.3. Capacidad de tránsito

En este sub-capítulo se explicará los conceptos de capacidad de Tránsito, la capacidad de intersecciones semaforizada y no semaforizada, los niveles de servicio en intersecciones semaforizada y no semaforizada y la relación entre capacidad y nivel de servicio.

“La capacidad del tránsito de un sistema de transporte se mide por la cantidad de carga o el número de pasajeros que puede transportar por hora o por día entre dos puntos y está en función de la capacidad del vehículo, la velocidad y el número de vehículos que pasa en un tramo de vía en un momento dado”<sup>13</sup> y se mide en veh/h.

En el Perú, la clasificación vías urbanas según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) las dividen según su funcionalidad y este en dos grupos, el primero que es la clasificación de vías provinciales tenemos las vías expresas, vías arteriales y vías locales; el segundo que es la clasificación de vías distritales se subdividen en vías locales comercial, vías locales preferencial, vías locales residenciales, vías locales industriales y vías peatonales.

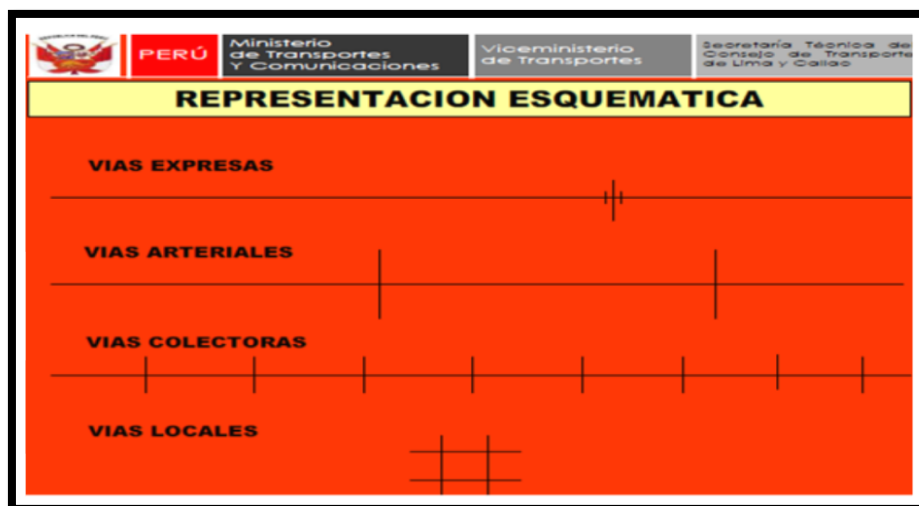
- ✓ **Vías Expresas:** unen zonas de importante generación de tránsito, unen extensas zonas de vivienda, integra la ciudad con el resto del país, se caracteriza por sus altas velocidades de flujo interrumpido en la cual no existen cruces.
- ✓ **Vías Arteriales:** por esta vía transita un flujo importante de vehículos, flujo interrumpido a distancias.
- ✓ **Vías Colectoras:** permiten relacionar las áreas urbanas con las vías arteriales y expresas, tiene un flujo interrumpido a cortas distancias.

En la siguiente imagen se presenta la clasificación de las vías según el MTC:

---

<sup>13</sup> Car. (HAY, 1998)

Imagen N° 10: Representación Esquemática de las Vías Urbanas en el Perú.

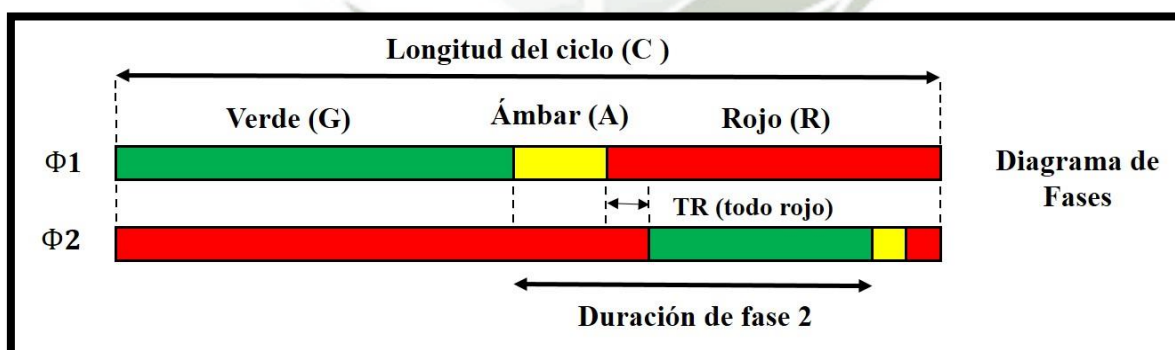


Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

En las vías e intersecciones se utilizan **semáforos** los cuales son dispositivos mecánicos o eléctricos que regulan el tránsito de vehículos y peatones en las vías e intersecciones<sup>14</sup>. Estos dispositivos cuentan con un ciclo o **longitud de ciclo**, siendo el tiempo necesario para efectuar todos los movimientos posibles en una intersección a través de una secuencia completa de todas las indicaciones del semáforo (HCM 2000), esto buscando la liberación de vehículos en intersecciones.

Estos dispositivos tienen entre dos o más fases de ciclo semafórico y depende del número de accesos y/o movimientos. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de ciclo semafórico del tipo más frecuente.

Imagen N° 11: Ejemplo Ciclo Semafórico



Fuente: HCM 2000

<sup>14</sup> (Board, 2000)



En las vías e intersecciones donde no existen semáforos es necesario colocar un ciclo semafórico óptimo que regule el tránsito vehicular y no genere demoras ni incomodidad vehicular. Para ello, diseñar un ciclo semafórico óptimo se emplea la ecuación N°8 proporcionada por el HCM 2000.

$$C_o = \frac{1.5 \cdot L + 5}{1 - \sum Y}$$

**Ecuación N° 6**

Dónde:

- Co: ciclo óptimo
- L: tiempo total perdido por ciclo (s)
- Yi: máximo valor de la relación entre el flujo observado y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase (i)

Calculado el ciclo semafórico óptimo es necesaria una redistribución adecuada de los tiempos de verde efectivo y rojo, para la distribución se utiliza la ecuación N°7 proporcionada por el HCM 2000

$$Gt = C_o - (\sum I + TR)$$

**Ecuación N° 7**

Dónde:

- Gt: tiempo de verde efectivo total
- L: tiempo perdido en todo el ciclo
- li: tiempo de ámbar en la fase (i)

Mediante las fórmulas N°006 y N°007 se puede optimizar el ciclo semafórico en intersecciones y/o vías. La red vial de Arequipa tiene múltiples cruces entre los cuatros tipos de vías, en estos se encuentran involucrados usuarios o conductores y peatones, cada cruce de vía debe estar regulado ya sea por un semáforo o un tipo de señal prohibitiva o reguladora.

### 2.3.1. Capacidad vial en intersecciones

Es importante entender el comportamiento dinámico del tráfico vehicular en una intersección vial, analizando la variación de su capacidad y nivel de servicio.

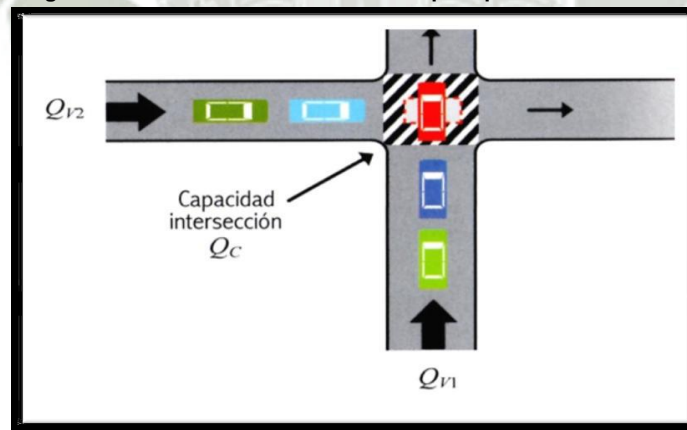
Una intersección vial es el área común entre dos o más vías que se cruzan. En esta intersección la circulación es parcial o totalmente interrumpida, en forma alternada mediante (semáforos) o mediante señales preventivas (Pare o Ceda el Paso).

Imagen N° 12: Intersección Vial



Fuente: Fondo Transitemos - Google

Imagen N° 13: Circulación Vial Interrumpida por una Intersección



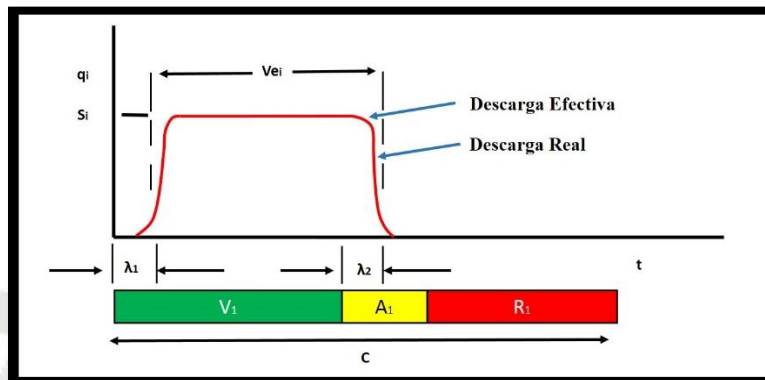
Fuente: "Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular"

La imagen N°012 presenta una intersección vial mientras que la imagen N°013 muestra que una intersección solo puede ser transitada por cierto número de unidades vehiculares a la vez, dichas unidades son reguladas mediante semáforos o señales preventivas.

### 2.3.1.1. Capacidad vial en intersecciones semaforizadas

Estas intersecciones usan el semáforo como dispositivo de control mecánico busca optimizar el tránsito vehicular, dando total prioridad a cada acceso por un determinado tiempo el cual se repite constantemente o cíclicamente por un periodo, a esto se le llama ciclo semafórico.

Imagen N° 14: Diagrama de Longitud del Ciclo Semáforo.



Fuente: Elaboración basada en el libro "Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular"

Donde:

- $V_i$  = Verde presentado al acceso  $i$
- $A_i$  = Amarillo del acceso  $i$
- $R_i$  = Rojo presentado al acceso  $i$
- $C$  = Ciclo Semafórico
- $\lambda_1$  = Pérdida Inicial
- $\lambda_2$  = Ganancia Final
- $V_{ei}$  = Verde efectivo del acceso  $i$
- $r_{ei}$  = Rojo efectivo del acceso  $i$
- $u_i$  = Razón de verde efectivo del acceso  $i$
- $S_i$  = Flujo de Saturación del acceso  $i$

La imagen N°014, muestra el comportamiento real de intersección o vía la cual usa como dispositivo de control un semáforo.

**Verde:** En este periodo de tiempo hay una perdida inicial ( $\lambda_1$ ), la misma que se da porque el primer conductor el cual está situado al inicio de la intersección tiene una demora en la reacción al cambio de color y la acción de movilización de su vehículo, después de esta movilización empieza a fluir el tránsito.



Es importante mencionar que esta pérdida inicial ( $\lambda_1$ ), puede ser disminuida mediante la concentración del primer conductor y el temporizador o cronometro del semáforo

**Ámbar:** Al aparecer esta luz, algunos conductores aceleran para poder pasar la intersección antes que de la luz roja. Esta última transición ( $\lambda_2$ ) se conoce como ganancia final del semáforo.

La capacidad de una intersección semaforizada depende del flujo de saturación y su razón de verde efectivo que tenga, es decir, las características del tráfico y la programación de los intervalos de tiempo que tenga el semáforo.

El flujo de Saturación es un parámetro importante en el cálculo de capacidades en intersecciones reguladas con semáforo, se usa para la modelación del tráfico en redes viales. Existen dos tipos de flujo:<sup>15</sup>

**Flujo de Saturación Real (S):** máxima tasa de descarga de una cola, compuesta por cualquier tipo de vehículo que hace cualquier movimiento en la intersección, se mide en (veh/h)

**Flujo de Saturación Básico (Sb):** máxima tasa de descarga durante el verde de una cola compuesta solo por automóviles que siguen directo en la intersección. (1800 Veh livianos/h verde)”

El flujo de Saturación real, se calcula por cada carril de cada acceso de una vía o intersección con la siguiente ecuación:

$$S = N * (S_b)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT}) \quad \text{Ecuación N° 8}$$

Valores:

- S: Flujo de Saturación Real del grupo de Carriles (Veh/hora de verde)
- Sb: Flujo de Saturación Básico por carril (1900 veh ligero/h de verde-carril)
- N: número de carriles del grupo de carriles

<sup>15</sup> (Board, 2000)

**Fw: factor de ajuste por ancho de carriles**

$$F_w = 1 + \frac{w-3.6}{9} \quad \text{Ecuación N° 9}$$

Dónde:

- $W \geq 2.4\text{m}$
- Si  $W \geq 4.8\text{m}$  analizar como 2 carriles

**FHV: factor de ajuste por vehículos pesados**

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV (E_T - 1)} \quad \text{Ecuación N° 10}$$

Dónde:

- %HV: Porcentaje de vehículos pesados del grupo
- $E_T$ : 2.4 autos/pesados

**Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso**

$$F_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad \text{Ecuación N° 11}$$

Dónde:

- $-6 \leq \%G \leq +10$
- %G: Porcentaje de pendiente del acceso

**Fp: factor de ajuste por estacionamiento**

$$f_p = \frac{N - 0.1 \frac{18Nm}{3600}}{N} \quad \text{Ecuación N° 12}$$

Dónde:

- $0 \leq Nm \leq 1800$
- $F_p \geq 0.050$
- $F_p = 1$ , sin estacionamiento
- N: Número de Carriles del grupo
- Nm: Número de maniobras de estacionamientos/h

**Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección**

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4NB}{3600}}{N} \quad \text{Ecuación N° 13}$$

Dónde:

- $0 \leq NB \leq 250$
- $F_{bb} \geq 0.050$
- N: Número de carriles por grupo
- NB: Número de buses que paran por hora

**Fa: factor de ajuste por utilización de Carriles**

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1}N}$$

**Ecuación N° 14**

Dónde:

- $V_g$ : Tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril
- $V_{g1}$ : Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el mayor volumen.
- N: Número de Carriles por Grupo

**Flu: factor de ajuste por Tipo de área**

- Fa: 0.9, centro de la ciudad
- Fa: 1 en otras áreas

**FLT: factor de ajuste por vueltas a la izquierda**

- $f_{LT} = 0.95$ , carril exclusivo

$$f_{LT} = \frac{1}{1+0.05 P_{LT}}, \text{ carril compartido}$$

**Ecuación N° 15**

- $f_{LT}$ : Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

**FRT: factor de ajuste por vueltas a la derecha**

- FRT : 0.85 Carril Exclusivo

$$f_{RT} = 1 - 0.15 P_{RT}$$

**Ecuación N° 16**

- $P_{RT}$ : Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles



### 2.3.1.2. Capacidad vial en intersecciones no semaforizadas

Estos cruces o intersecciones son muy comunes en una red vial y usan las señales preventivas como dispositivo de control (Ceda el paso o Pare).

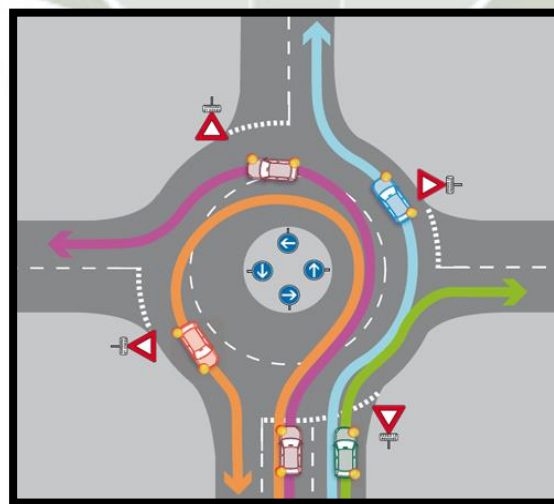
El HCM-2000 clasifica las intersecciones no semaforizadas en los siguientes tipos:

- **Vía principal vs vía secundaria:** la señal de pare se encuentra en la vía secundaria para regular el flujo vehicular.
- **Dos vías del mismo nivel de Flujo:** Las señales de pare se encuentra en ambas vías y tiene acceso la vía de mayor capacidad (vía expresa o arterial).
- **Vía principal vs vía de acceso y/o rampa:** la señal de Ceda Paso se encuentra en la vía de acceso para permitir el flujo libre en la principal.
- **Dos vías de bajo volumen:** regulada bajo el sistema “primero llegas, primero pasas.”<sup>16</sup>

### 2.3.1.3. Capacidad vial en intersecciones con Rotonda

Una intersección con rotonda o glorieta, se distingue porque los flujos vehiculares que acceden a ella por sus ramas, circulan mediante un anillo vial, en el cual la circulación se efectúa alrededor de una isla central. Las trayectorias de los vehículos en el anillo, son similares a los entrecruzamientos, por esto el número de puntos de conflicto, es menor que en otros tipos de intersecciones a nivel.

Imagen N° 15: Correcto uso de rotonda



Fuente: Google – Blog20minutos

<sup>16</sup> (Board, 2000)

El objetivo de una rotonda es asegurar el intercambio vehicular, minimizar el retraso vehicular y cuidar la seguridad en el tránsito de la intersección. Esto se consigue al existir una relación entre diseño geométrico, volumen vehicular y velocidad<sup>17</sup>.

Las rotondas pueden llegar a tener una máxima eficiencia cuando los volúmenes de tránsito de las ramas de acceso son similares, o si la mayor cantidad de movimientos son giros a comparación de los de paso. Así mismo las rotondas con semáforo, pueden aliviar congestiones por exceso de flujos o reparto desequilibrado de la demanda por cada rama.<sup>18</sup>

Es recomendable que los cruces peatonales estén a una distancia considerable de la curva de ingreso a la rotonda, esto hace que el peatón cruce por una distancia menor y tenga menos tiempo en la calzada.

El diseño de una rotonda está basado en los estudios de tráfico correspondientes, en lo que se refiere a la capacidad de la rotonda y el dimensionamiento de las secciones de entrecruzamiento, para esto se sigue el siguiente procedimiento:

- Se propone una longitud de la sección de entrecruzamiento compatible con la geometría de la solución.
- Se determina la capacidad de cada sección de entrecruzamiento propuesta.
- Se compara esta capacidad con el volumen de demanda de entrecruzamiento.

Para calcular la capacidad de sección de entrecruzamiento “Qp” se utiliza la fórmula de Wardrop:

$$Qp = \frac{160W \left( \frac{1+e}{W} \right)}{\left( 1 + \frac{L}{W} \right)} \quad \text{Ecuación N° 17}$$

$$e = \frac{e1+e2}{2} \quad \text{Ecuación N° 18}$$

Donde:

Qp: Capacidad de la sección de entrecruzamiento, como tránsito mixto (veh/h).

W: Ancho de la sección de entrecruzamiento (m).

e: Ancho promedio de las entradas a la sección de entrecruzamiento (m).

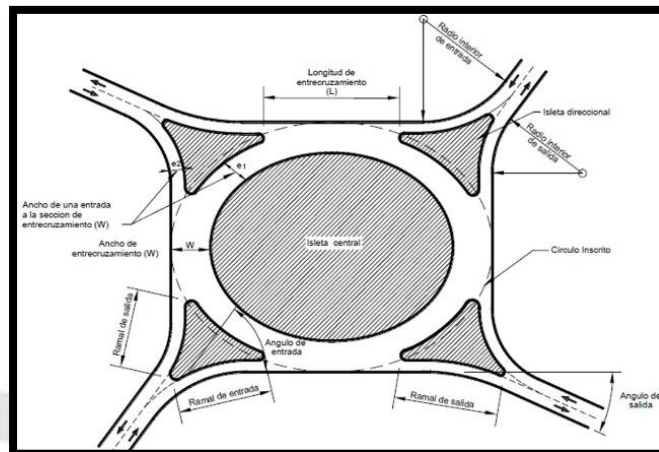
e1, e2: Ancho de cada entrada a la sección de entrecruzamiento (m).

L: Longitud de la sección de entrecruzamiento (m).

<sup>17</sup> (SCHOON, 2010)

<sup>18</sup> (MTC, 2013) – Manual Diseño Geométrico de Carreteras

Imagen N° 16: Elementos contenidos en la fórmula de Wardrop



Fuente: Manual Diseño Geométrico de Carreteras “DG-2013” (MTC)

#### 2.3.1.4. Capacidad de cruces peatonales

Para tener un óptimo ciclo semafórico es importante tener una estimación de la capacidad vial en una intersección ya sea semaforizada o no semaforizada, así mismo, otro factor importante es el flujo peatonal, el cual significa una variable muy importante en el cálculo de la capacidad vial y el mencionado ciclo semafórico. Datos como el número de peatones, la saturación peatonal, los movimientos y el tiempo que demoran en hacerlo influyen directamente en el proceso de diseño, por dicha razón es muy importante saber la influencia de los cruces peatonales en el diseño de la capacidad de la vía.

##### 2.3.1.4.1. Capacidad vehicular en cruces peatonales

Un cruce peatonal es una intersección regulada, la cual cuenta con señal de prioridad en la cual la corriente peatonal tiene la prioridad sobre el tráfico vehicular<sup>19</sup>. Se puede estimar la capacidad vehicular en cruces peatonales y el flujo de peatones con la siguiente ecuación:

$$Q_z = Q_o - P_q (\text{Peatonal})$$

**Ecuación N° 19**

Dónde:

Qz: capacidad vehicular en cruce peatonal

Qpeatonal: Flujo de peatones de cruzan en ambos sentidos

Qo: Capacidad Vehicular básica, P: Reducción marginal debido al cruce de peatones

<sup>19</sup> Cfr. (FERNANDEZ & DEXTRE, 2011)



### 2.3.1.4.2. Capacidad de cruce peatonal

La capacidad del cruce de peatones se realiza en cruces formales como son los paraderos e informales como es cualquier zona de la vía vehicular, al igual que el caso de la capacidad vehicular, esta tiene dos perspectivas: en cruces peatonales semaforizadas y no semaforizadas.

- **Cruce peatonal semaforizada**, se toma la misma consideración de la Teoría del Tráfico Vehicular en donde la velocidad y densidad peatonal no son independientes y su relación equivale a la expresión del modelo Fluido dinámico, explicado anteriormente ( $q = vk$ ).
- **Cruce peatonal no semaforizada**, la prioridad lo pueden tener los peatones o vehículos. En el primer caso, se asume igual al flujo de saturación peatonal y el segundo por el proceso de modelo de brechas.

### 2.3.2. Niveles de servicio en intersecciones

Al empezar el funcionamiento de una vía es sumamente importante conocer la conformidad y seguridad que percibe el usuario con cada obra vial, es por esto que se han desarrollado varias investigaciones sobre la conformidad de una vía y lo han cuantificado bajo el concepto de “Nivel de Servicio”.

Los niveles de servicio son una medida cualitativa que caracteriza diversas situaciones referentes a la facilidad de maniobrar de los usuarios. Esta medida fue diseñada e implementada en Estados Unidos (EE.UU), y patentada en el Highway Capacity Manual (HCM) de 1965. Los niveles de Servicio o Level of Service (LOS) miden la seguridad, la comodidad, las facilidades de maniobrar y la selección del tipo de velocidad en una vía. LOS, se divide en 6 niveles de la Letra A hasta la F. Cada nivel está asociado a un requisito de espacio específico, (Imagen N°015).

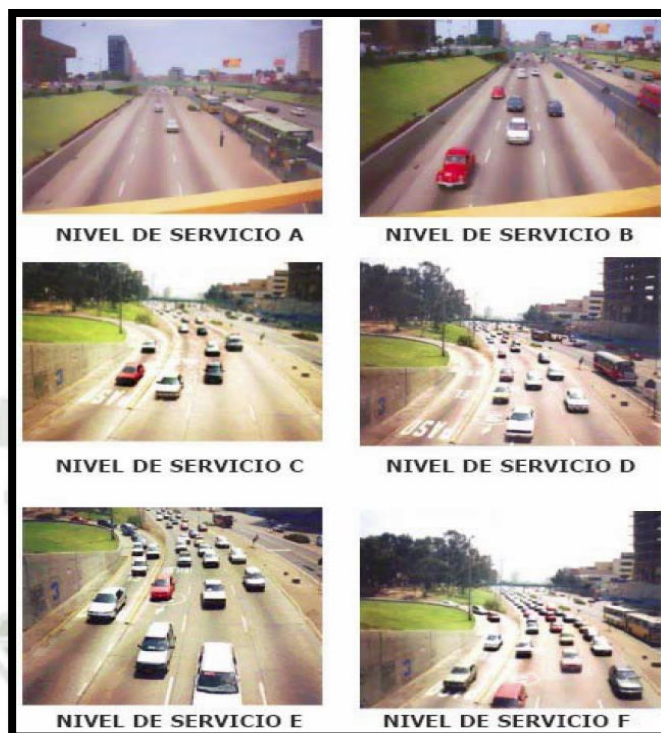
A continuación, se explicara los seis niveles:<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Cfr. (MANNERING & WASHBURN, 2012)

- **Nivel de servicio A.** Representa las condiciones de flujo libre. Los usuarios son prácticamente insensibles a la presencia de los otros usuarios en el flujo del tráfico. Existe una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.
- **Nivel de Servicio B.** La presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.
- **Nivel de Servicio C.** La velocidad son cercanas al flujo libre, pero la libertad de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico, como un incidente, puede generar colas y demoras significativas.
- **Nivel de Servicio D.** Las condiciones de velocidades empieza a disminuir con el aumento del flujo vehicular. La libertad de maniobrar es más limitado y los conductores experimentan reducciones en el bienestar físico y psicológico. Los incidentes pueden generar largas colas debido al crecimiento de la densidad.
- **Nivel de servicio E.** Las condiciones de servicio son cercanas a la capacidad de la vía. La capacidad de maniobrar es muy limitado y los usuarios experimenta malestares físico y psicológico considerablemente.
- **Nivel de Servicio F.** Describe la ruptura del flujo vehicular. Se forman grandes colas donde la tasa de entrada de vehículos es mayor a la salida. Estos problemas se producen en los puntos de incidencia dentro y fuera de las rampas. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades e estas condiciones y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

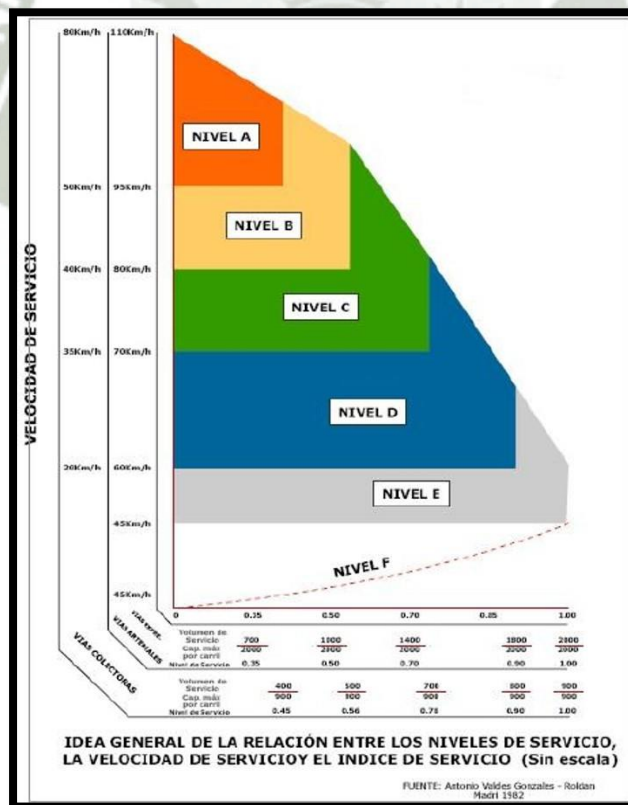
En la Imagen N°17 se muestran los niveles de servicio del flujo vehicular en una vía, mientras que la Imagen N°18 se aprecia la relación entre velocidad y volumen, a menor volumen o flujo vehicular la velocidad se puede incrementar ya que el espacio de maniobras es más amplio.

Imagen N° 17: Niveles de Servicio del Flujo Vehicular



Fuente: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

Imagen N° 18: Relación entre los niveles de servicio, la velocidad de servicio y el índice de servicio


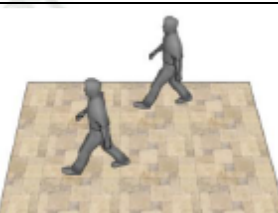
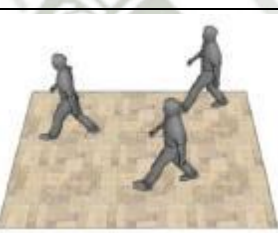
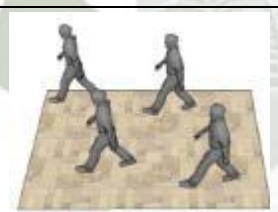
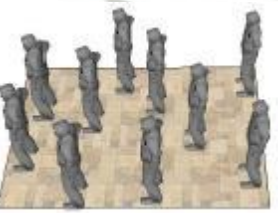



Fuente: Antonio Valdez Gonzales Roldan



Respecto a los peatones, los niveles de servicio son una medida que define la facilidad que tiene un peatón para desplazarse en un área determinada (pie<sup>2</sup>). Los niveles de Servicio (LOS), se dividen en 6 niveles (A-F). Cada nivel está asociado a un requisito de espacio específico, como se puede observar en la siguiente Tabla.

Tabla N° 1: Características de Servicio del Flujo Peatonal

Nivel de Servicio	Imagen	Ratio Flujo	Espaciamiento	Vel. Caminar
		(Ratio/min/pie)	(pie <sup>2</sup> /peatón)	(pie/min)
<b>A</b>		Menos de 5	Más de 60	más de 255
<b>B</b>		5.0 - 7.0	60.0 - 40.0	255.0 - 250.0
<b>C</b>		7.0 - 10.0	40.0 - 24.0	250.0 - 240.0
<b>D</b>		10.0 - 15.0	24.0 - 15.0	240.0 - 225.0
<b>E</b>		15.0 - 23.0	15.0 - 8.0	225.0 - 150.0
<b>F</b>		Variable	menos de 8	menos de 150

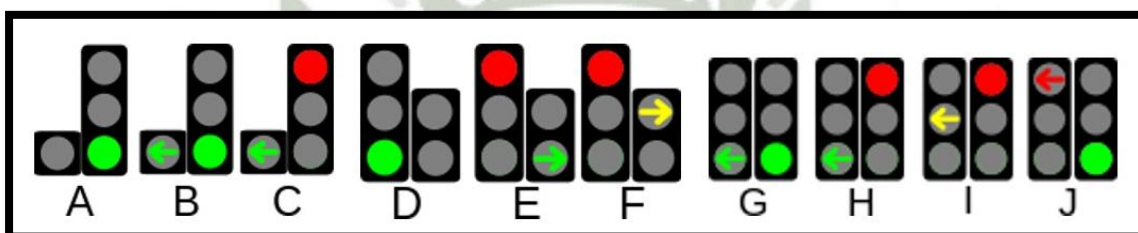
Fuente: Manual de Diseño de Infraestructura Peatonal Urbana – Urban Transportation System

### 2.3.2.1. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas

Son aquellas intersecciones que al tener un volumen de tránsito medio o alto requieren ser reguladas mediante un dispositivo de control como lo es un semáforo. Dependiendo el tipo de vía, zona y volumen se elige el tipo de semáforo adecuado como son los semáforos vehiculares, peatonales, etc.

Los semáforos son sincronizados mediante una programación individual o grupal mediante una central computarizada. Existen cuatro tipos de sincronización de semáforos como son: simultanea – onda verde, alterna, progresiva limitada y progresiva flexible. A continuación los tipos de semáforo con luces de giro:

Imagen N° 19: Tipos de Semáforo con luces de giro o viraje



Fuente: Google

Los semáforos tienen como función principal optimizar el control y funcionamiento de las vías e intersecciones vehiculares y peatonales, esto se consigue al minimizar las pérdidas de tiempo al máximo las cuales se dan por las colas de tráfico. A medida que existan menos pérdidas de tiempo el nivel de servicio (LOS) será mejor.

- Aproximadamente, 5 seg por vehículo indica un LOS A
- Aproximadamente, 30 seg por vehículo indica un LOS D

A continuación se muestran los 6 niveles de servicio según el tiempo de demora promedio (seg.)

Tabla N° 2: Nivel de Servicio.

LOS	A	B	C	D	E	F
Control Delay per Vehicle	$\leq 10$	$> 10 - 20$	$> 20 - 35$	$> 35 - 55$	$> 55 - 80$	$\geq 80$

Fuente: HCM 2000

El Highway Capacity Manual 2000 describe tres tipos de demora, las cuales son:

- **Demora de Viaje:** La diferencia entre el tiempo que un vehículo toma para pasar la intersección y recuperar su velocidad original y el tiempo que le hubiera tomado si no hubiera reducido su velocidad.
- **Demora en Pare:** Tiempo en el que el vehículo ha estado parado mientras estuvo en cola. Normalmente esto es a una velocidad de 5 km/h o menos.
- **Demora de Cola Inicial:** Estimación del retardo de la cola inicial por vehículo (en segundos) cuando una cola está presente al comienzo del periodo de análisis.

Para hallar los niveles de servicio según el tiempo de demora de cruce en una vía semaforizada se utiliza las siguientes ecuaciones.

$$d_1 = 0.38C \frac{(1-\frac{g}{c})^2}{1-(\frac{g}{c})X} \quad \text{Ecuación N° 20}$$

$$d_2 = 173X^2 \left[ X - 1 + \sqrt{(X - 1)^2 + 16 \frac{X}{c}} \right] \quad \text{Ecuación N° 21}$$

$$d_3 = \frac{1800 * Q_b * (1+u)}{c} \quad \text{Ecuación N° 22}$$

$$TD_i = PF_i(d_{1i} + d_{2i} + d_{3i}) \quad \text{Ecuación N° 23}$$

La ecuación N°23, permite hallar el nivel cualitativo de la vía semaforizada.

Los Niveles de Servicio en D, E y F, en una intersección semaforizada requiere un mejoramiento y pueden ser:<sup>21</sup>

- Mejora en la distribución de los Tiempos de Semáforo
- Ensanchamiento de la Vía
- Recanalización y reorientación de la vía

<sup>21</sup> Cfr. (Board, 2000)



### 2.3.2.2. Relación entre capacidad y niveles de servicio

La capacidad vial es el diseño geométrico de la vía existente y los Niveles de Servicio son las garantías de seguridad y conformidad, existe una amplia relación entre estos dos indicadores. La capacidad y el nivel de servicio de una intersección semaforizada dependen las siguientes condiciones:<sup>22</sup>

- Las condiciones físicas y de operación; como son el ancho del acceso, el ancho de los carriles, etc.
- Las condiciones ambientales, las cuales influyen en el factor de carga e incidencia de vehículos que puedan utilizar la luz verde del ciclo de semáforo.
- El factor de carga representa el grado en que la luz verde se utiliza mientras dura y es la relación entre número de fases verde plenamente cargadas o utilizadas y el número disponible durante el mismo periodo. Su valor oscila entre 0.0 (ningún ciclo) y 1.0 (todos los ciclos cargados)

#### • Factor horario de Máxima Demanda O Factor Hora Pico (FHMD-FHP)

El factor horario de máxima demanda de cada acceso mide la consistencia de la demanda y se define como la relación entre el número de vehículos contados durante la hora máxima demanda y cuatro veces el número de vehículos contados durante 15 minutos consecutivos intensos. Se usa un factor de 1.0 para una demanda muy fuerte, pero se usa con más frecuencia 0.85 para accesos que tienen cargas elevadas durante casi una hora. También, se puede usar valor de 0.6 y 0.7 para un flujo elevado pero de corta duración.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N \times (q_{max})}$$

**Ecuación N° 24**

Donde:

- N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda (HMD)
- N = 4 para periodos de 15 minutos y N = 12 para periodos de 5 minutos
- q<sub>max</sub>: Flujo máximo (número de vehículos)

<sup>22</sup> Cfr. (HAY, 1998)

- VHMD: Máximo número de vehículos que pasan por un punto por la sección de un carril o calzada durante 60 minutos.

El VHMD es el valor representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día particular.

- Características del Tránsito, que incluye las características de los viajes, sobre todo a la izquierda, camiones y autobuses cuya aceleración es muy baja y su tamaño mayor que un vehículo particular.
- Medidas de Control, incluyen la utilización de señales de Tránsito; ubicación, duración del ciclo y las marcas en el carril de acceso que establecen su anchura y proporcionan una especie de canalización.



## CAPITULO III. MODELO DE UN ESTUDIO DE TRÁFICO

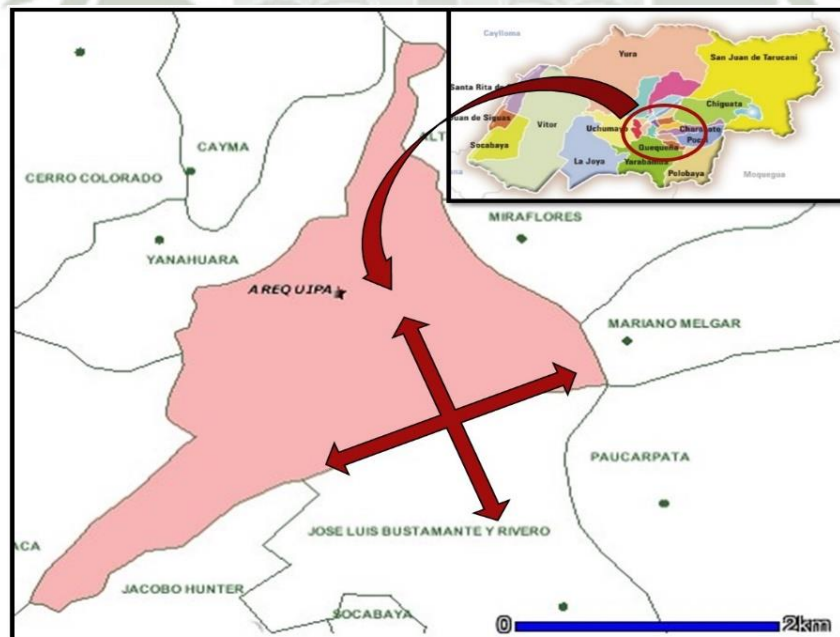
En este capítulo se desarrollara el modelo de Estudio de Tráfico, el cual es un documento en el que se describe detalladamente el área del proyecto, se analiza todas aquellas variables que intervengan en el tránsito y finalmente se proponen medidas de mitigación del tráfico vehicular, las cuales mejoren el nivel de servicio en el “Ovalo Los Incas” tanto para peatones como vehículos.

### 3.1. Área de influencia

Para realizar un Estudio de Tráfico es necesario definir y reconocer el área de influencia directa, buscando identificar la red vial y distritos que mejorarán sus condiciones gracias a las mejoras planteadas.

Para el reconocimiento del área de influencia es necesario tener información de los distritos que se verán afectados positivamente por las soluciones planteadas al Ovalo Los Incas. Según el Plan de Desarrollo Metropolitano Arequipa 2016 – 2025 el “Ovalo Los Incas” influye principalmente en los distritos del Cercado de Arequipa y José Luis Bustamante y Rivero directamente, así mismo en los distritos de Paucarpata, Mariano Melgar y Sabandía.

Imagen N° 20: Mapa distrital de Arequipa



Fuente: Plan Desarrollo Metropolitano Arequipa 2016 – 2025

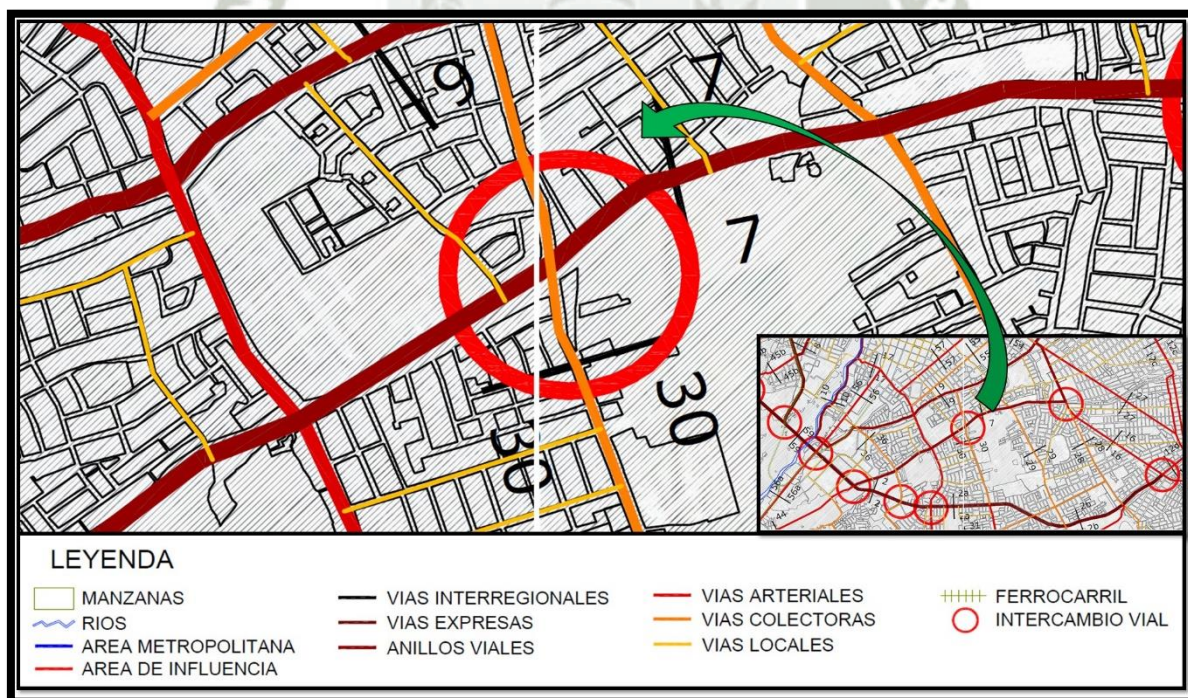


La ciudad de Arequipa tiene un modelo de ocupación urbana y económica **“Mono céntrico”** con un centro histórico el cual aglomera gran cantidad de centros de actividades económicas y por tanto un gran traslado de la población desde las áreas intermedias y periféricas con residencia al Sur, Sur-Este y Sur-Oeste de la ciudad, esto se ve traducido en el constante tráfico en varias horas del día.

Siguiendo con el reconocimiento del área de influencia del proyecto se debe tener una idea clara acerca del sistema vial de la ciudad y la jerarquización vial de las avenidas que se intersectan, el “Ovalo Los Incas” es *parte del segundo anillo vial el cual se caracteriza por ser un elemento controlador y regulador de los flujos vehiculares provenientes de la periferia o del entorno<sup>23</sup>*, estos anillos viales se articulan directamente con Vías Expresas, Vías Arteriales y Vías Colectoras. Conformando una red vial.

El Ovalo Los Incas es el cruce de una vía colectora como lo es la Av. Dolores y la Av. Los Incas/La Salud la cual forma parte del segundo Anillo Vial.

Imagen N° 21: Jerarquización Vial



Fuente: Plan Desarrollo Metropolitano Arequipa 2016 – 2025

<sup>23</sup> Plan Director Arequipa Metrolopitana 2016 - 2025

Tanto la Av. Dolores, Los Incas y La Salud forman parte de la Unidad Urbana Centro, la cual conforma la malla arterial según el PDAM. A continuación se detalla información relevante de las avenidas y pasajes involucrados:

- **Avenida Los Incas (Este-Oeste):**

Ubicada al Este del Ovalo Los Incas, la cual tiene como rol principal conectar los distritos de Mariano Melgar y Paucarpata con el Oeste de la ciudad el cual tiene como establecimientos más representativos el Parque Industrial y Terminal Terrestre de Arequipa, así mismo los distritos de Sachaca y Jacobo Hunter. En la extensión del tramo estudiado se encuentran establecimientos como el Centro Comercial Parque Lambramani y próximamente la residencial Markan como principales fuentes de aforo.

- **Avenida La Salud (Este-Oeste):**

Ubicada al Oeste del Ovalo Los Incas, la cual tiene como rol principal conectar los distritos de la zona Oeste del Cercado y establecimientos importantes como el Parque Industrial y Terminal Terrestre de Arequipa con los distritos de Mariano Melgar y Paucarpata el Este de la ciudad. En la extensión del tramo estudiado se encuentra el Hospital “Honorio Delgado Espinoza” como principal fuente de aforo.

- **Avenida Agricultura (Este-Oeste):**

Ubicada al Sur-Oeste del Ovalo Los Incas, paralela a la Avenida La Salud, es una conexión entre las Avenidas Alcides Carrión y la Av. Dolores la cual puede ser de Este a Oeste o viceversa ya que cuenta con dos sentidos, en su extensión se encuentran varias urbanizaciones como Agricultura, Bancarios, La Esperanza como principales fuentes de aforo.

- **Avenida Dolores (Norte-Sur):**

- ***Tramo perteneciente al Cercado de Arequipa:***

Ubicada al Norte del Ovalo Los Incas, la cual tiene como rol principal conectar el centro de la ciudad y el distrito del Cercado de Arequipa con la zona Sur de la Ciudad como el distrito de José Luis Bustamante y Rivero. En la extensión del tramo encontramos establecimientos



variados y urbanizaciones como Cabaña María, Asvea entre otras como principales fuentes de aforo

○ ***Tramo perteneciente a JL. Bustamante y Rivero:***

Ubicada al Sur del Ovalo Los Incas, la cual tiene como rol principal conectar el distrito de José Luis Bustamante y Rivero con el Cercado de Arequipa. En la extensión del tramo encontramos gran cantidad de establecimientos de esparcimiento y urbanizaciones como Bancarios, Agricultura, etc. entre otras como principales fuentes de aforo

• **Pasaje Dolores (Sur-Este):**

Ubicada al Sur-Este del Ovalo Los Incas, es una vía que funciona como desvío, en su extensión solo se encuentran viviendas

• **Pasaje El Carmen (Este-Norte):**

Ubicada al Norte-Este del Ovalo Los Incas, es una vía que funciona como desvío, en su extensión de este se encuentra la Universidad Andina filial Arequipa.

Así mismo es importante mencionar que en el área de influencia directa del “Ovalo los incas existen de 4 intercambios viales ubicados al Norte, Este, Sur y Oeste respectivamente los cuales son (Ver Imagen N°22):

**IV. 1:** Intercambio Vial Av. Venezuela – Víctor Lira (NORTE)

**IV. 2:** Intercambio Vial Av. Lambramani – Av. Los Incas (ESTE)

**IV. 3:** Intercambio Vial Av. Los Incas – Av. Andrés Avelino Cáceres (SUR)

**IV. 4:** Intercambio Vial Av. Los Incas/La Salud – Av. Daniel A. Carrión (OESTE)



**Imagen N° 22: Área de Influencia – Ovalo Los Incas**



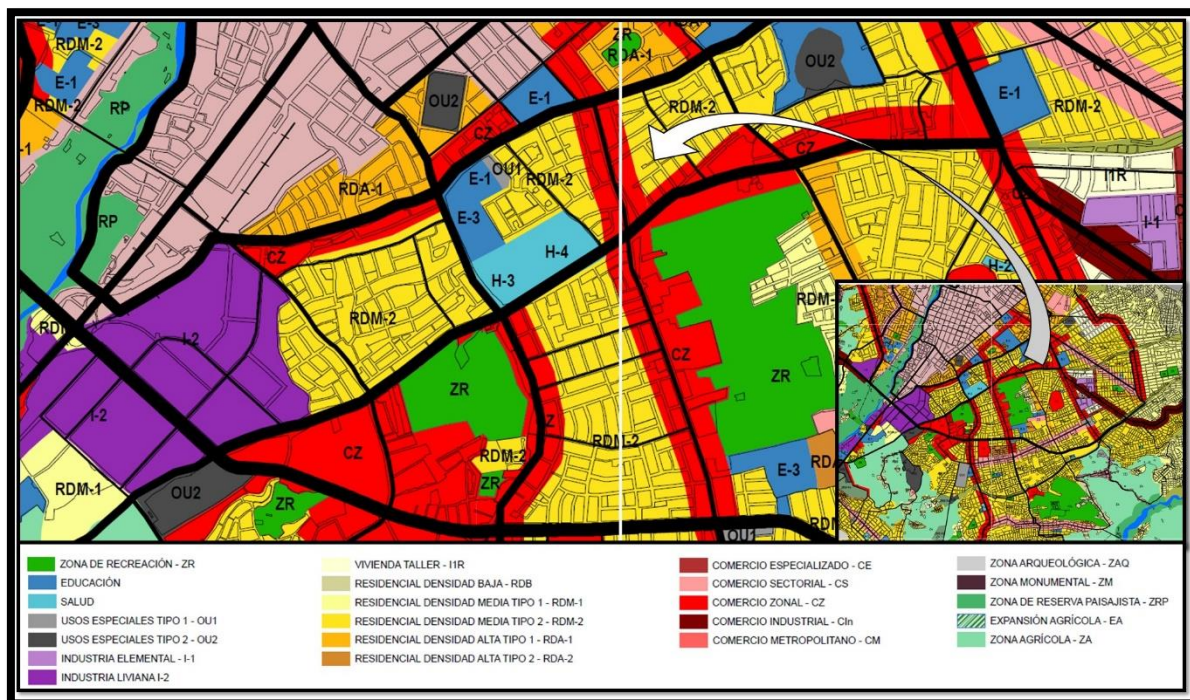
Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth

ores que ge



Primero hablaremos del uso de suelo que se define como las acciones, actividades e intervenciones que las personas realizan sobre una determinada superficie; para esto se tomará en cuenta el Plan Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016 – 2025.

Imagen N° 23: Uso de Suelo



Fuente: Plan Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016 - 2025

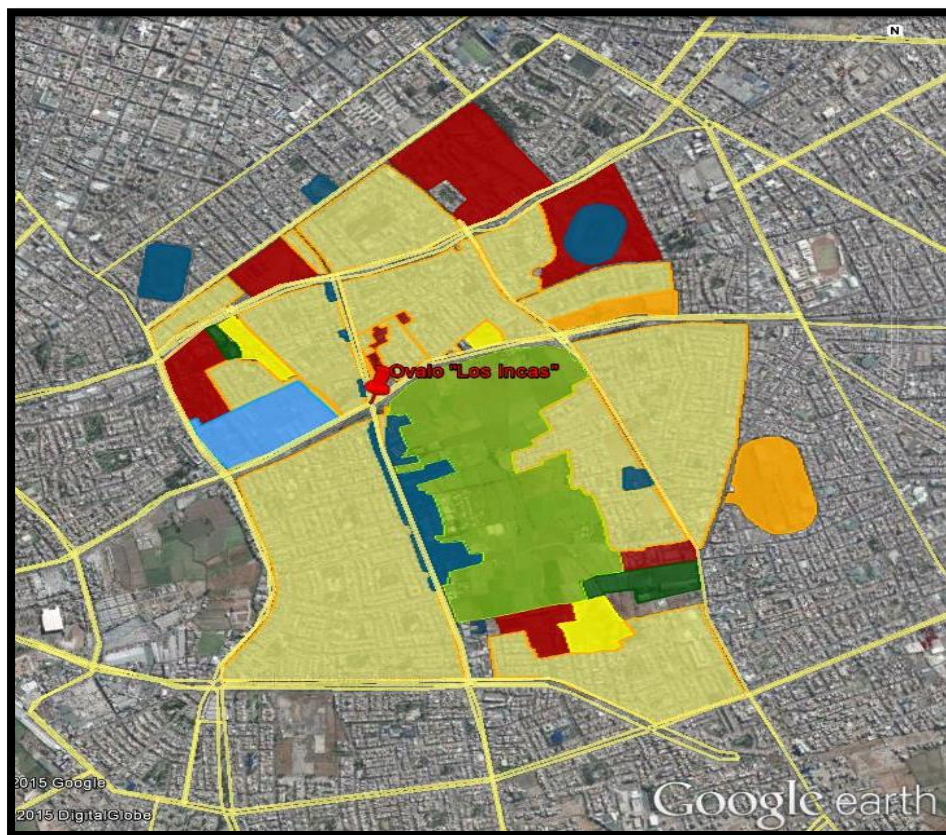
Según el “Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016 - 2025” las zonas aledañas presentaran un alto porcentaje de área recreacional y residencial, así mismo un área comercial concentrada a lo largo de la Av. Dolores y parte de la Av. Los Incas al Este del Ovalo “Los Incas”, por último mencionar la presencia del hospital “Honorio Delgado Espinoza”, dichos establecimientos atraerán gran cantidad de usuarios y por tanto el crecimiento del flujo vehicular.

Teniendo en cuenta que el “Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016 - 2025” es un documento nuevo y la ciudad de Arequipa viene teniendo un gran crecimiento por la dinamización comercial se mostrará un bosquejo de la actualidad de las zonas aledañas al Ovalo Los Incas.



Mediante el programa Google Earth veremos la situación actual del área de influencia del punto estudiado.

Imagen N° 24: Tipo de Edificaciones y Establecimientos



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth

LEYENDA	
	Residenciales Unifamiliares
	Residenciales Multifamiliares
	Centros Comerciales
	Centros de Esparcimiento, diversión y locales
	Centros Educativos (Universidades, Colegios,
	Empresas y/o Fabricas
	Hospitales
	Zona Rural o Agrícola

En el siguiente cuadro se describirán los sectores que generan un mayor flujo de vehículos debido a la densidad o afluencia de público.



**Cuadro N° 1: Sectores que generan afluencia de público**

### ***Residenciales Unifamiliares***

Son zonas residenciales o urbanizaciones en las que el mayor porcentaje de edificios son entre 1 y 4 niveles, mayormente son ocupadas por una familia, urbanísticamente genera áreas de baja densidad, así mismo genera poco tráfico vehicular y poca cantidad de viajes. *(En promedio cuentan con 1 o 2 vehículos).*

- Urb. Álvarez Thomas
- Urb. Santa María
- Urb. Cabaña María
- Urb. Agricultura

**Imagen N° 25: Zonas Urbanizaciones Aledañas**



Fuente: Elaboración Propia

### ***Residenciales Multifamiliares***

Condominios en las que el mayor porcentaje de edificios cuentan con más de 4 niveles y son ocupadas por 2 a 4 familias en cada nivel, urbanísticamente genera áreas de alta densidad, así mismo puede generar gran cantidad de tráfico vehicular y viajes. *(En promedio cuentan con 0 o 1 vehículo)*

- Condominio “Villa Médica”
- Edificios “Francisco Mostajo”
- Residencial “Marcan”

**Imagen N° 26: Residenciales Aledañas**



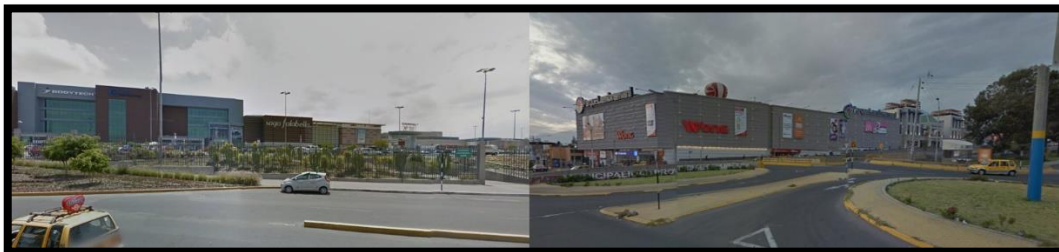
Fuente: Elaboración Propia

### ***Centros Comerciales***

Establecimientos que constan de uno o varias edificaciones de gran tamaño, albergan diversos servicios como locales de esparcimiento, diversión, restaurantes, tiendas y oficinas, teniendo como principal objetivo concentrar la mayor cantidad de clientes potenciales dentro del recinto. Áreas con muy alta densidad de usuarios y vehículos permanentemente, generando gran cantidad de viajes.

- Mall Aventura Plaza
- Parque Lambramani
- Maestro Ace Home Center

Imagen N° 27: Centros Comerciales



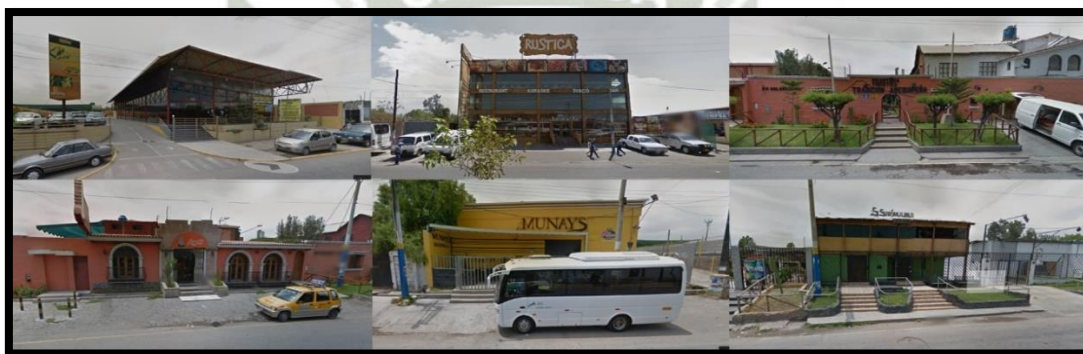
Fuente: Elaboración Propia

### ***Centros de esparcimiento, diversión y locales comerciales***

Locas que tienen como objetivo ofrecer distracción a sus usuarios. Áreas con alta densidad de usuarios y vehículos en determinados días y horas generando gran cantidad de viajes en periodos de tiempo definidos.

- Restaurantes
- Discotecas, bares. Karaokes
- Ferias

Imagen N° 28: Centros de Esparcimiento



Fuente: Elaboración Propia

### ***Centros Educativos***

Establecimientos que tienen como principal objetivo impartir educación o enseñanza a sus usuarios.

Áreas con alta densidad de usuarios y vehículos, en el caso de colegios generan gran cantidad de viajes a ciertas horas (entrada y salida del alumnado), en el caso de Universidades generan gran cantidad de viajes permanentemente por los horarios variados.

- Universidad Nacional de SA.
- Universidad Alas Peruanas
- Universidad Andina Arequipa
- Colegio Alas Peruanas
- Colegio Alexander Fleming

Imagen N° 29: Centros Educativos



Fuente: Elaboración Propia



### *Hospitales*

Establecimiento sanitario donde se atiende a los enfermos para proporcionar el diagnóstico y tratamiento necesario. Áreas con muy alta densidad de usuarios y vehículos permanentemente, generando gran cantidad de viajes.

- Hospital General “Honorio Delgado Espinoza”

Imagen N° 30: Hospital Honorio Delgado



Fuente: Elaboración Propia



### 3.2. Diseño Geométrico del Óvalo, intersección vial y desvíos

En esta parte del modelo de Estudio de Tráfico se desarrollará el levantamiento de campo, el cual nos proveerá de datos importantes sobre el diseño geométrico del área de estudio, como el diámetro del ovalo, las secciones transversales de cada calzada, carril, berma, los sentido permitidos en cada carril, semaforización, velocidades usadas, etc. En la siguiente imagen se muestran las calles y pasajes que intervienen de manera directa o indirecta con el “Ovalo Los Incas”.

Imagen N° 31: Avenidas y Pasajes que intervienen en el Ovalo Los Incas



Fuente: Elaboración Propia mediante Google Earth

#### LEYENDA

	Ovalo “Los Incas”
	Avenida Los Incas
	Avenida La Salud
	Avenida Cultura Chimú
	Avenida Dolores (Cercado)
	Avenida Dolores (José Luis Bustamante y Rivero)
	Pasaje Dolores
	Pasaje El Carmen

El “Ovalo Los Incas” es una intersección en forma de cruz, el cual presenta 4 avenidas con características similares e influencia directa sobre el ovalo, una avenida paralela y 2 pasajes los cuales sirven como desvíos.

A continuación se detallaran las mencionadas vías<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> (MPA, (2002-2015)) Plan Director Arequipa Metropolitana 2016 - 2025

- **Avenida Los Incas:**

Clasificación: Segundo Anillo Vial – Unidad Urbana Centro

Tramo: Inicia con el Intercambio Vial Av. Lambramani – Av. Los Incas y termina en el Ovalo Los Incas.

Ubicación: Avenida ubicada al Este del Ovalo Los Incas.

- **Avenida La Salud:**

Clasificación: Segundo Anillo Vial – Unidad Urbana Centro

Tramo: Inicia en el Intercambio Vial Av. La Salud – Av. Daniel A. Carrión y termina en el Ovalo Los Incas.

Ubicación: Avenida ubicada al Oeste del Ovalo Los Incas.

- **Avenida Agricultura:**

Clasificación: Malla Urbana – Unidad Urbana Centro

Tramo: Inicia en la Av. Daniel Alcides Carrión y termina en la Av. Dolores.

Ubicación: Avenida ubicada al Sur-Oeste del Ovalo Los Incas, paralela a la Avenida La Salud.

- **Avenida Dolores:**

Clasificación: Vía Colectora – Unidad Urbana Centro

- **Tramo perteneciente al Cercado de Arequipa:**

Tramo: Intercambio Vial Av. Venezuela – Av. Victor Lira a Ovalo Los Incas.

Ubicación: Avenida ubicada al Norte del Ovalo Los Incas.

- **Tramo perteneciente a JL. Bustamante y Rivero:**

Tramo: Intercambio Vial Av. Dolores – Av. Andrés Avelino. Cáceres a Ovalo Los Incas.

Ubicación: Avenida ubicada al Sur del Ovalo Los Incas.

- **Pasaje Dolores:**

Clasificación: Pasaje

Tramo: Inicia en la Av. Dolores (JLBR.) y termina en la Av. Los Incas.

Ubicación: Desvío ubicado al Sur-Este del Ovalo Los incas.

- **Pasaje El Carmen:**

Clasificación: Pasaje

Tramo: Inicia en la Av. Los Incas y termina en la Av. Dolores (Cercado).

Ubicación: Desvío ubicado al Nor-Este del Ovalo Los incas.



El siguiente cuadro presenta los datos más importantes respecto a las vías y pasajes de la zona de estudio. (Ver Planos 01, 02, 03, 06, 07, 08)

Tabla N° 3: Resumen datos geométricos y velocidad

N	DESCRIPCIÓN	LADO	SENTIDO	CARRILES	ANCHO	LONGITUD	CALZADA	VELOCIDAD
1.1	Av. Los Incas	Norte	E-O	2	3.30 - 3.70	620.00	6.60 - 7.40	35 km/h
1.2	Av. Los Incas	Sur	O-E	2	3.30 - 3.70	620.00	6.60 - 7.40	35 km/h
2.1	Av. La Salud	Norte	E-O	2	3.20 - 3.80	420.00	6.40 - 7.60	35 km/h
2.2	Av. La Salud	Sur	O-E	2	3.20 - 3.80	420.00	6.40 - 7.60	35 km/h
3.1	Av. Cultura Chimú	Norte	E-O	1	3.50 - 3.80	420.00	7.00 - 8.00	35 km/h
3.2	Av. Cultura Chimú	Sur	O-E	1	3.50 - 4.20	420.00	7.00 - 8.00	35 km/h
4.1	Av. Dolores (Cercado)	Este	S-N	2	3.50 - 4.40	590.00	7.00 - 8.80	35 km/h
4.2	Av. Dolores (Cercado)	Oeste	N-S	2	3.50 - 4.40	590.00	7.00 - 8.80	35 km/h
5.1	Av. Dolores (JLBR)	Este	S-N	2	3.50 - 4.25	1300.00	7.00 - 8.50	35 km/h
5.2	Av. Dolores (JLBR)	Oeste	N-S	2	3.50 - 4.25	1300.00	7.00 - 8.50	35 km/h
6.1	Pasaje Dolores	-	S-N	2	3.30 - 3.60	250.00	6.60 - 7.20	25 km/h
7.1	Pasaje El Carmen	-	S-N	2	2.40 - 3.00	230.00	4.80 - 6.00	25 km/h

Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo N°01 se puede apreciar la data obtenida en campo respecto a la velocidad en cada acceso.

El siguiente cuadro presenta los datos obtenidos respecto a las Bermas en la zona de estudio.

Tabla N° 4: Datos de Bermas de Avenidas

N	DESCRIPCIÓN	LADO	ANCHO
B.1	Av. Los Incas	Este	1.00 - 8.60
B.2	Av. La Salud	Oeste	1.00 - 7.30
B.3	Av. Dolores (Cercado)	Norte	2.00 - 6.00
B.4	Av. Dolores (JLBR)	Sur	1.50 - 4.50
B.5	Central	Sur	4.80 - 5.10

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente cuadro presenta los datos obtenidos respecto al "Ovalo Los Incas"

Tabla N° 5: Datos ovalo los incas

N	DESCRIPCIÓN	LADO	CARRILES	ANCHO	VELOCIDAD
O.1	Ovalo Los Incas	Centro	3	12.6 - 16.6	25 km/h

Fuente: Elaboración Propia



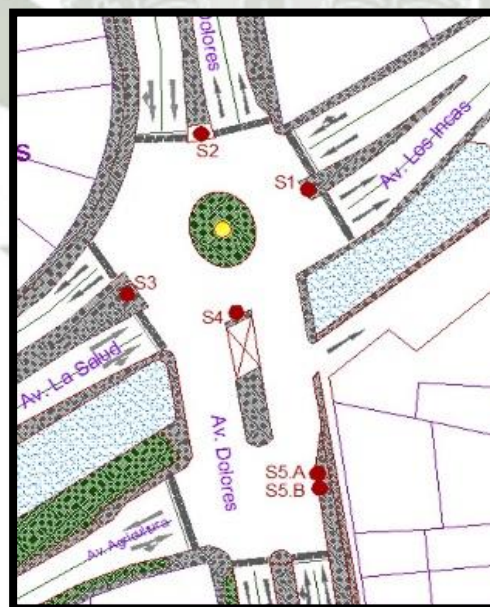
### 3.3. Semaforización en la intersección vial

Parte importante de un Estudio de Tráfico es el verificar el óptimo uso de los dispositivos de control los cuales regulan el movimiento de vehículos y peatones en las calles, mediante luces de color rojo, ámbar y verde. La semaforización cumple las siguientes funciones<sup>25</sup>:

- a) Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular o peatonal.
- b) Regular la velocidad de los vehículos y mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- c) Controlar la circulación por canales.
- d) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- e) Proporcionar un ordenamiento de tránsito.

El Ovalo Los Incas cuenta con 6 semáforos para el control del tránsito de vehículos, los cuales son presincronizados o de tiempos predeterminados, A continuación se presenta la ubicación de los semáforos y las fases de circulación (Ver Plano N°4-5)

Imagen N° 32: Ubicación Semáforos



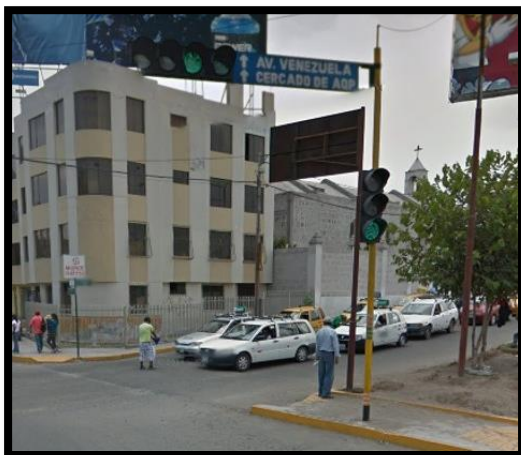
Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth

<sup>25</sup> (MTC, Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2000)

Cuadro N° 2: Detalles Semáforos

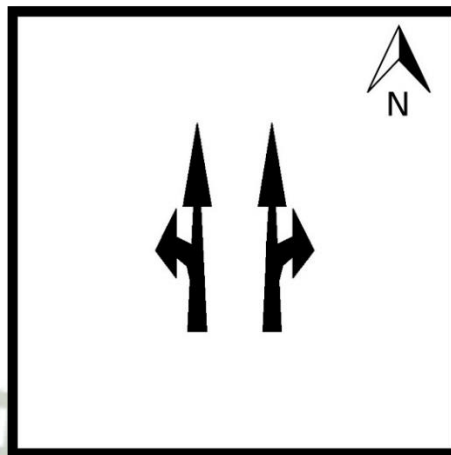
**Semáforo N°1 (S.1)**  
**Ubicación: Este "Ovalo Los Incas"**

Imagen N° 33: Semáforo S1



Fuente: Elaboración propia mediante Google Street View

Imagen N° 34: Giros permitidos Semáforo S1



Fuente: Elaboración propia

**Ciclo de Semaforización:**

Fase A:



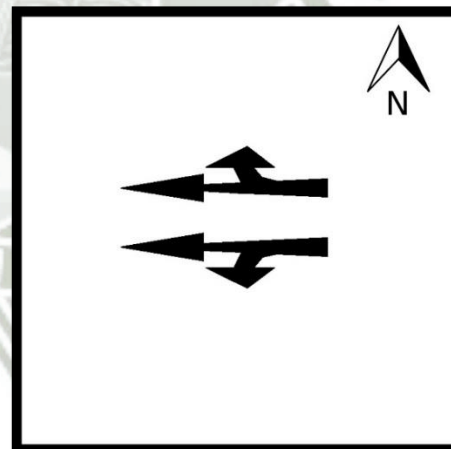
**Semáforo N°2 (S.2)**  
**Ubicación: Norte "Ovalo Los Incas"**

Imagen N° 35: Semáforo S2



Fuente: Elaboración propia mediante Google Street View

Imagen N° 36: Giros permitidos Semáforo S2



Fuente: Elaboración propia

**Ciclo de Semaforización:**

Fase B:



**Semáforo N°3 (S.3)**



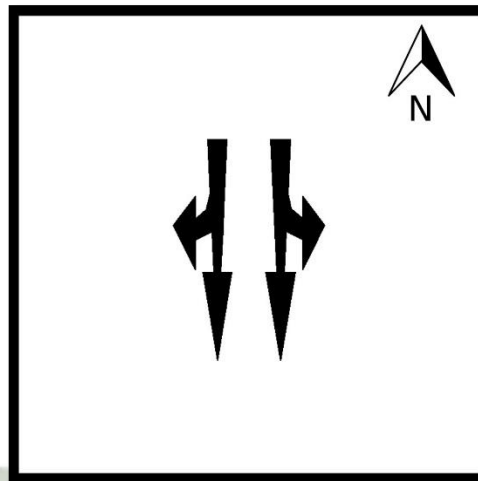
### Ubicación: Oeste “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 37: Semáforo S3



Fuente: Elaboración propia mediante Google Street View

Imagen N° 38: Giros permitidos Semáforo S3



Fuente: Elaboración propia

### Ciclo de Semaforización:

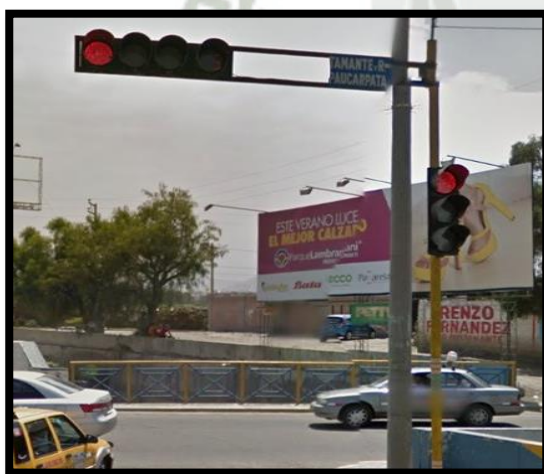
Fase A:



### Semáforo N°4 (S.4)

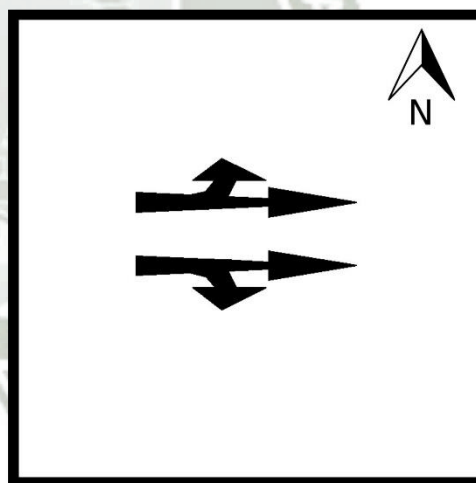
### Ubicación: Sur “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 39: Semáforo S4



Fuente: Elaboración propia mediante Google Street View

Imagen N° 40: Giros permitidos Semáforo S4



Fuente: Elaboración propia

### Ciclo de Semaforización:

Fase B:

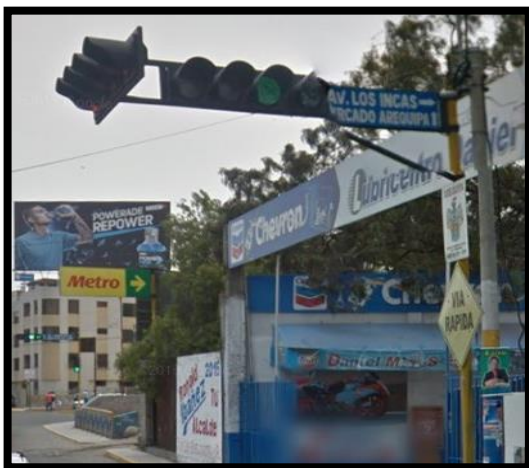


### Semáforo N°5.A (S.5)



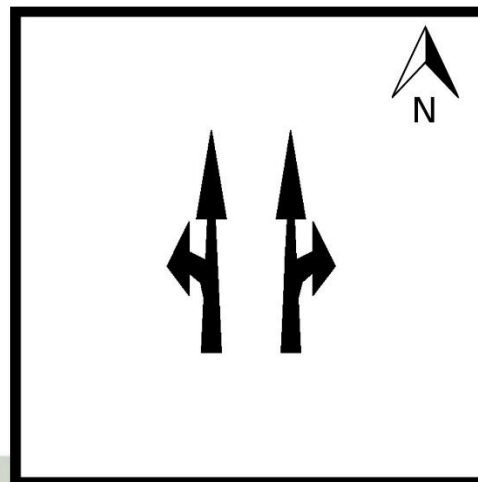
## Ubicación: Sur “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 41: Semáforo S5A



Fuente: Elaboración propia mediante Google Street View

Imagen N° 42: Giros permitidos Semáforo S5A



Fuente: Elaboración propia

### Ciclo de Semaforización:

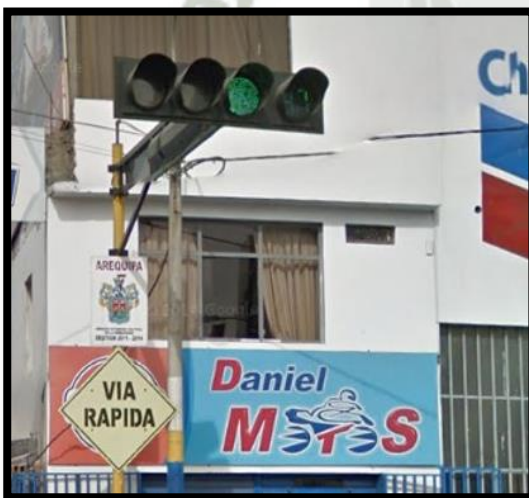
Fase A:



## Semáforo N°5.B (S.5)

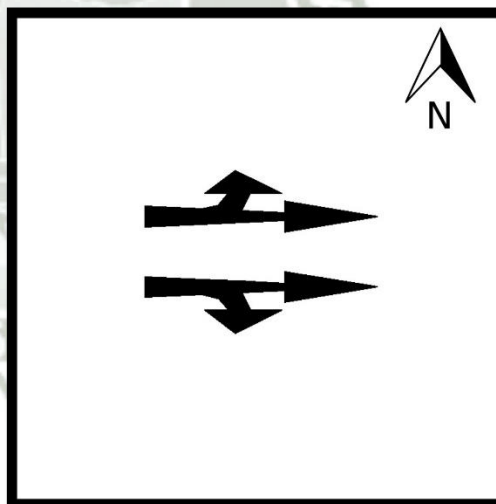
### Ubicación: Sur “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 43: Semáforo S5B



Fuente: Elaboración propia mediante Google Street View

Imagen N° 44: Giros permitidos Semáforo S5B



Fuente: Elaboración propia

### Ciclo de Semaforización:

Fase A:

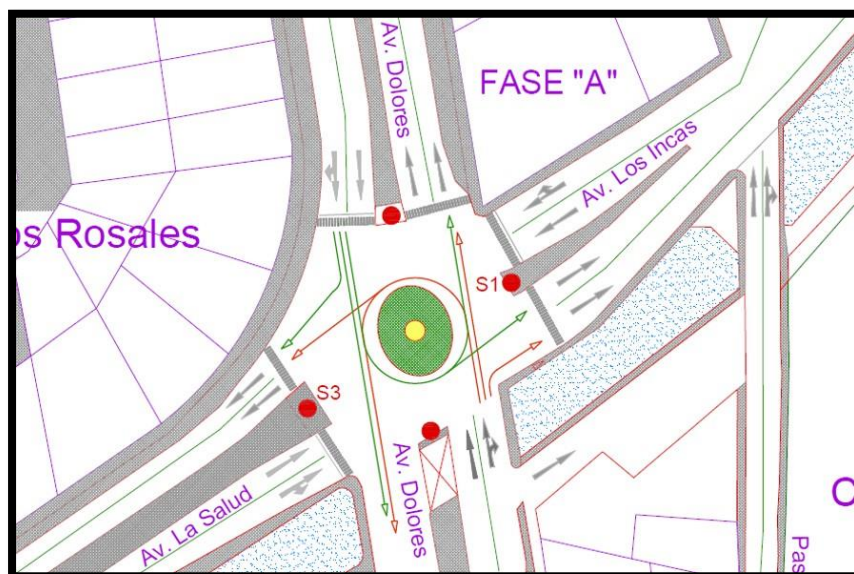


Fuente: Elaboración Propia

La relación de los semáforos o ciclo semafóricos en este caso se da por los siguientes sentidos:

**Fase A:** Avenida Dolores tramo Cercado – Avenida Dolores tramo JLB y Rivero que va de Norte a Sur y viceversa (Imagen N°45) (**Plano N°005**)

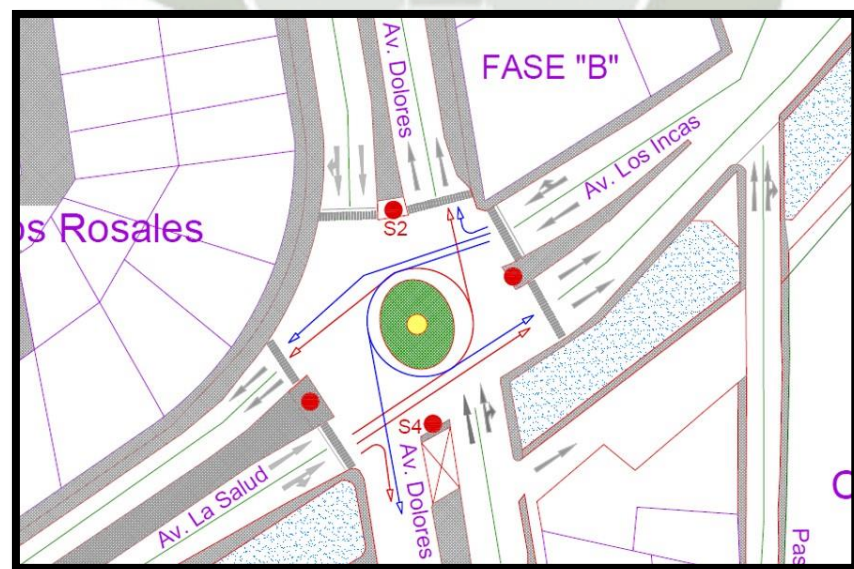
Imagen N° 45: Movilización en Fase "A"



Fuente: Elaboración Propia mediante AutoCAD

**Fase B:** Avenida Los Incas – Avenida La Salud que va de Este a Oeste y viceversa (Imagen N°46) (**Plano N°005**)

Imagen N° 46: Movilización en Fase "B"



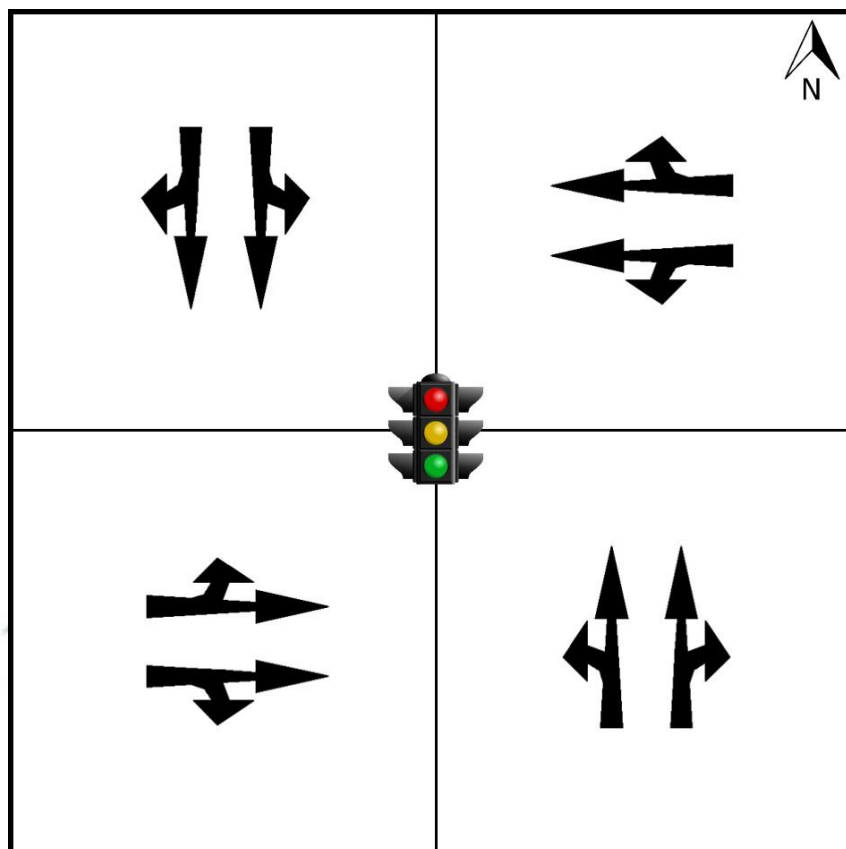
Fuente: Elaboración Propia mediante AutoCAD



Es importante mencionar que tanto el semáforo “S5A” y “S5B” tienen relación con el Semáforo “S1” sin embargo el enfoque estará en la semaforización alrededor del “Ovalo Los Incas”

Según la metodología el Highway Capacity Manual 2000 se puede representar, los giros anteriormente plasmados mediante el siguiente gráfico, el cual presenta un semáforo central y los giros alrededor del mismo.

Imagen N° 47: Giros Intersección



Fuente: Elaboración Propia siguiendo la metodología HCM 2000

Cabe recalcar que el modelo planteado es distinto a la realidad, ya que, se presentan 4 semáforos alrededor del Ovalo, sin embargo, para efectos de un mejor entendimiento se resume a un semáforo ubicado al centro.

Al existir un Ovalo al centro de la intersección entre dos avenidas se da la posibilidad de tener 4 direcciones posibles de movimiento derecha, izquierda, de frente y vuelta en “U”.



### 3.4. Señalización

La señalización vial es un conjunto de dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados. Las 3 funciones principales son:

- Regular el tránsito
- Prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vial
- Informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, dificultades existentes

#### 3.4.1. Señalización Horizontal

Son aquellas marcas viales (líneas, símbolos, letras, bordes) u obstáculos ubicados en el pavimento, utilizados con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos para su adecuada canalización e incrementar la seguridad en su operación. En algunos casos sirven como suplemento a las señales verticales y semáforos en el control de tránsito, en otros casos desempeña un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.<sup>26</sup>

##### **Clasificación de la señalización horizontal**

###### ***Líneas Longitudinales:***

Discurren paralelas al eje de la calzada, empleándose fundamentalmente para separar sentidos de circulación, delimitar los carriles y las vías especiales y ejercer funciones de regulación de tráfico.

La longitud de trazo irá en función de la velocidad específica de la vía.

Respecto al color pueden ser amarillo, blanco, rojo y azul, los mismos que deben cumplir con las especificaciones de una vía o carretera estándar.

- ✓ Línea amarilla: Indican separación de flujo de tráfico en direcciones opuestas
- ✓ Línea blanca: Indican la separación de flujos de tráfico en la misma dirección
- ✓ Demarcaciones rojas: Indican vías que no deben ser ingresadas o usadas
- ✓ Demarcaciones Azules: Indican espacio de parqueo para personas con discapacidades y ubicación de hidrantes contra incendios.

<sup>26</sup> (MTC, 2013) Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

Respecto al ancho debe ser de 100 a 150mm mientras que respecto al tipo de línea pueden ser:

Líneas segmentadas o discontinuas: Sirven para demarcar los carriles de circulación del tránsito automotor

- ✓ Líneas Continuas: Sirven para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada

- Líneas Continuas Dobles: Indican máxima restricción

- ***Líneas Transversales:***

Son perpendiculares a la dirección de circulación e incluyen demarcaciones de señales de pare y ceda el paso, líneas de cruce de peatones y ciclistas, medición de velocidad, espacios de parqueo, reductor de velocidad en la vía, entre otras; todas ellas deben ser blancas. Es necesario mencionar que las demarcaciones de cruce de peatones sirve para alertar a los usuarios de la vía de la presencia de puntos de cruce de peatones que no podrían estar controladas por señales verticales de PARE.

- Líneas de PARE: Usadas en zonas urbanas y rurales donde se deberá indicar al conductor la ubicación exacta de la línea de parada del vehículo. Como características principales es de color blanco, con un ancho de 0.50m, transversal al eje de la calzada, extendiéndose a través de todos los carriles de aproximación y debe estar ubicada 1.20m antes del “paso peatonal” o en caso no exista este a 1.50m como mínimo de la esquina más cercana a la vía que se cruza.
- Líneas de pasos peatonales: Usadas en zonas urbanas y rurales para guiar al peatón por donde debe cruzar la calzada.

A continuación se apreciará la señalización vertical encontrada en el “Ovalo Los Incas” mediante el levantamiento de campo correspondiente.

En la Imagen N°48 se puede apreciar que las líneas longitudinales no tienen el mantenimiento necesario



**Imagen N° 48: Líneas Longitudinales Continuas**



**Fuente: Elaboración Propia**

La Imagen N°49 muestra el pasaje “Dolores” el cual cuenta con una línea longitudinal discontinua, cabe recalcar el buen estado de la señalización existente.

**Imagen N° 49: Líneas Longitudinales Discontinuas**



**Fuente: Elaboración Propia**

En la imagen N°50 se pueden apreciar 4 de las 8 líneas peatonales o cruces peatonales que hay en las vías más cercanas al “Ovalo Los Incas” las mismas que se encuentran en mal estado ya que no reciben el debido mantenimiento por parte de la Municipalidad Provincial de Arequipa

**Imagen N° 50: Cruces Peatonales**



**Fuente: Elaboración Propia**



En la imagen N°51 se pueden apreciar líneas de detención o “PARE” las cuales indican el lugar donde los vehículos deberán detenerse obligatoriamente para permitir el cruce de peatones en una intersección.

**Imagen N° 51: Líneas de Detención**



**Fuente: Elaboración Propia**

En la imagen se pueden apreciar las señales mostradas en las figuras son flechas direccionales las cuales nos indican los giros permitidos en las vías aledañas al “Ovalo Los Incas”, así mismo cabe recalcar el poco mantenimiento que reciben.

**Imagen N° 52: Flechas Direccionales**



**Fuente: Elaboración Propia**

En la mayoría de los casos se pueden ver señales de color blanco al centro de la vía y amarillo a los costados, esto sucede ya que todas las calzadas aledañas al “Ovalo Los Incas” son de dos carriles pero con un solo sentido.

### 3.4.2. Señalización Vertical

Conjunto de dispositivos o elementos verticales destinados a advertir, reglamentar o informar al usuario con la debida antelación de ciertas circunstancias de la propia vía o de la circulación, mediante palabras símbolos e iconos. Este tipo de señalización es la más importante y prevalece sobre la horizontal, ya que es a través de ella por donde el conductor recibe la mayor cantidad de información.

## Clasificación de la señalización vertical

De acuerdo a su función:

- **Señales reguladoras o de reglamentación:**

Son aquellas que regulan y controlan el movimiento del tránsito mediante la notificación al usuario de las limitaciones, prohibiciones o restricciones del uso de la vía, la falta de cumplimiento de sus instrucciones es causa de infracción.

- **Señales de prevención:**

Son aquellas que sirven de advertencia a los usuarios sobre la existencia de un peligro y naturaleza de este en la vía, así como, del terreno adyacente que puedan ser inesperadas o peligrosas.

- **Señales de información:**

Son aquellas que informan la designación de rutas, destinos, direcciones, distancias y especiales las cuales advierten a los usuarios sobre situaciones temporales peligrosas como obras públicas en la vía.

El “Ovalo Los Incas” presenta escasa señalización vertical, las únicas existentes son señalizaciones informativas sobre destinos ubicadas en los semáforos de color azul con letras blancas y algunas ubicadas en las esquinas de color verde con letras blancas. Así mismo una señal preventiva de “vía rápida”.

Cuadro N° 3: Señalización Vertical en “Ovalo Los Incas”

### Señalización Vertical

Imagen N° 53: Señales Informativas



Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 54: Señales preventivas



Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5. Tipo de Transporte

Parte importante del Estudio de un Estudio de Tráfico es identificar los tipos de transporte que se desplazan por el área de estudio.

**Cuadro N° 4: Tipos de Transporte en "Ovalo Los Incas"**

#### Moto

**Imagen N° 55: Motocicletas en "Ovalo Los Incas"**



Vehículo de 2 ruedas  
Diseño para 2 pasajeros  
Fuente: Elaboración Propia  
Categoría: " L "  
Sub-Categoría: "L1 – L3"  
Velocidad: Mayor a 50 km/h

#### Auto

**Imagen N° 56: Autos en "Ovalo Los Incas"**



Vehículo de 4 ruedas  
Diseño para 5 pasajeros  
Fuente: Elaboración Propia  
Categoría: " M "  
Sub-Categoría: " M1 "  
Velocidad: Mayor 50 km/h

#### Combis - Coasters

**Imagen N° 57: Combis y Coasters en "Ovalo Los Incas"**



Vehículo de 4 ruedas.  
Diseño para más de 8 pasajeros.  
Fuente: Elaboración Propia  
Categoría: " M "  
Sub-Categoría: " M2 – M3 "  
Clase: II  
Velocidad: Mayor 50 km/h  
PB. menor de 5 Ton (M2)  
PB. Mayor de 5 Ton (M3)

#### Camionetas Rurales



Imagen N° 58: Camionetas en "Ovalo Los Incas"



Fuente: Elaboración Propia

Vehículo de 4 ruedas	Categoría: " N "	Velocidad: Mayor a 50 km/h
Diseño para 5-3 pasajeros	Sub-Categoría: " N1 "	PB. vehicular menor de 3.5Ton

### Camión – Tráiler - Mixer

Imagen N° 59: Camiones en "Ovalo Los Incas"



Fuente: Elaboración Propia

Vehículo de 4 ruedas o más	Categoría: " N "	PBV: Hasta 12 Ton (N2)
Diseño para Carga	Sub-Categoría: "N2 – N3 "	PBV: Mayor a 12 Ton (N3)

### Remolque

Imagen N° 60: Remolque en "Ovalo Los Incas"



Fuente: Elaboración Propia

Vehículo de más de 4 ruedas	Categoría: " O "	Velocidad: Mayor a 50 km/h
más un remolque	Sub-Categoría: " O3 "	Peso bruto vehicular mayor de
Diseño para 5 Carga		3.5Ton hasta 10 Ton

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6. Aforo Vehicular y peatonal

Para la toma de datos, se realizó un aforo del “Ovalo Los Incas” como parte principal, así como la avenida Cultura Chimú como vía influyentes, esto permitirá obtener una completa información de campo, así como, la variabilidad del comportamiento vehicular y peatonal.

Los aforos vehiculares y peatonales fueron realizados durante los días lunes, viernes, sábado, Domingo en el mes de Agosto 2015 contabilizando un total de 6 horas diarias. Estos días fueron elegidos teniendo en consideración una previa inspección y sondeo la cual señala que estos días son los más representativos de la semana, ya que, el tipo de edificaciones que existen en esta zona tienen mayor concurrencia en estos días. Para el aforo se establecieron estaciones de conteo o puntos de aforo de los volúmenes de tránsito y volumen peatonal.

Imagen N° 61: Hora de congestión vehicular "Ovalo Los Incas"



Fuente: Elaboración propia

Para tener una mayor precisión en la toma de datos de conteo de aforo vehicular y peatonal, se optó por utilizar cámaras filmadoras que trabajen en simultáneo, las cuales fueron ubicadas en un punto el cual proporcione el debido enfoque de las zonas a monitorear en el rango de horas establecidas.

De esta manera se pudo realizar el conteo desde la reproducción de los videos. Por último los conteos se realizaron en rangos de 15 minutos, en 3 turnos mañana (07:00 - 09:00 horas.), tarde: (12:00 – 14:00 has.) y noche (18:00 – 20:00 horas.)



### 3.6.1. Aforo Vehicular

Los conteos serán distribuidos por número de accesos y número de carriles. Además, se tomara en consideración el tipo de vehículo clasificado por autos, motos, camioneta rural, microbús, bus, camión, tráiler.

Luego se hará la conversión a autos directos equivalentes ADE y finalmente con estos datos se hallará la hora de máxima demanda, que servirá para realizar los siguientes cálculos. En la siguiente imagen se ubican los Puntos de Control.

Imagen N° 62: Puntos de Control para Aforo Vehicular



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth

En los siguientes planos se pueden apreciar los sentidos de cada punto estudiado, así como las cotas correspondientes de cada sección:

- **Plano N°2:** Ovalo Los Incas
- **Plano N°6:** Circulación Proveniente Av. Los Incas y Av. Dolores Cercado
- **Plano N°7:** Circulación Proveniente Av. La Salud y Av. Dolores JLBR
- **Plano N°8:** Circulación Av. Cultura Chimú y Dolores (JLBR) Psje. Dolores y El Carmen.



En el siguiente cuadro se puede observar los códigos de los formatos de aforo vehicular llenados con los datos de levantamiento de campo según fecha y turno.

Tabla N° 6: Códigos, Anexos, Puntos de Control – Aforo Vehicular

Anexo	Día	Lugar	Código	Avenida	Punto de Control	Código	Anexo
1	LUNES	Acceso	A	Los Incas	PC.1	L-A-1	02
2	LUNES	Acceso	A	Dolores (Cerc.)	PC.2	L-A-2	03
3	LUNES	Acceso	A	La Salud	PC.3	L-A-3	04
4	LUNES	Acceso	A	Dolores (JLBR)	PC.4	L-A-4	05
5	LUNES	Influyente	IF	Dolores (JLBR)	PC.5 (4.1)	L-IF-4.1	06
6	LUNES	Influyente	IF	Cultura Chimú	PC.6 (4.2)	L-IF-4.2	07
7	VIERNES	Acceso	A	Los Incas	PC.1	V-A-1	08
8	VIERNES	Acceso	A	Dolores (Cerc.)	PC.2	V-A-2	09
9	VIERNES	Acceso	A	La Salud	PC.3	V-A-3	10
10	VIERNES	Acceso	A	Dolores (JLBR)	PC.4	V-A-4	11
11	VIERNES	Influyente	IF	Dolores (JLBR)	PC.5 (4.1)	V-IF-4.1	12
12	VIERNES	Influyente	IF	Cultura Chimú	PC.6 (4.2)	V-IF-4.2	13
13	SABADO	Acceso	A	Los Incas	PC.1	S-A-1	14
14	SABADO	Acceso	A	Dolores (Cerc.)	PC.2	S-A-2	15
15	SABADO	Acceso	A	La Salud	PC.3	S-A-3	16
16	SABADO	Acceso	A	Dolores (JLBR)	PC.4	S-A-4	17
17	SABADO	Influyente	IF	Dolores (JLBR)	PC.5 (4.1)	S-IF-4.1	18
18	SABADO	Influyente	IF	Cultura Chimú	PC.6 (4.2)	S-IF-4.2	19
19	DOMINGO	Acceso	A	Los Incas	PC.1	D-A-1	20
20	DOMINGO	Acceso	A	Dolores (Cerc.)	PC.2	D-A-2	21
21	DOMINGO	Acceso	A	La Salud	PC.3	D-A-3	22
22	DOMINGO	Acceso	A	Dolores (JLBR)	PC.4	D-A-4	23
23	DOMINGO	Influyente	IF	Dolores (JLBR)	PC.5 (4.1)	D-IF-4.1	24
24	DOMINGO	Influyente	IF	Cultura Chimú	PC.6 (4.2)	D-IF-4.2	25

Fuente: Elaboración Propia

En cada Anexo se puede apreciar el aforo vehicular correspondiente a cada acceso.

### 3.6.2. Aforo Peatonal

En el ovalo “Los Incas” hay dos tipos de sentido, horario y anti horario. El Aforo peatonal será contabilizado por cruces los cuales son:

- **Sentido 1:** *(Amarillo)*
  - ✓ Cruce 1: Este – Oeste (Av. Dolores – Cercado)
  - ✓ Cruce 2: Norte – Sur (Av. La Salud/Av. Cultura Chimú)
  - ✓ Cruce 3: Oeste Este (Av. Dolores – JLBR)
  - ✓ Cruce 4: Sur - Norte (Av. Los Incas)
- **Sentido 2:** *(Verde)*
  - ✓ Cruce 4: Norte - Sur (Av. Los Incas)
  - ✓ Cruce 3: Este - Oeste (Av. Dolores – JLBR)
  - ✓ Cruce 2: Sur - Norte (Av. La Salud/Av. Cultura Chimú)
  - ✓ Cruce 1: Oeste - Este (Av. Dolores – Cercado)

En la siguiente imagen se describen los sentidos y cruces propuestos (**Plano N°9**)

Imagen N° 63: Sentidos y cruces peatonales



Fuente: Elaboración propia mediante Google Earth



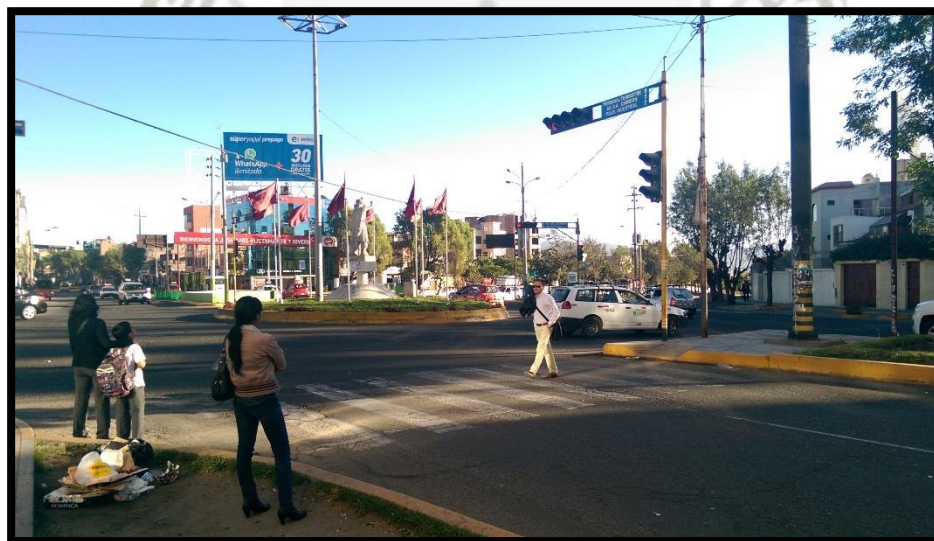
El siguiente cuadro presenta los códigos de los formatos de aforo peatonal llenados con los datos de levantamiento de campo según fecha y cruce.

Tabla N° 7: Códigos, Anexos, Puntos de Control – Aforo Peadonal

		Cruce	Código	Anexo
SEMANA 1	Lunes	Cruce 1	<u>L-C1</u>	27
		Cruce 2	<u>L-C2</u>	27
		Cruce 3	<u>L-C3</u>	27
		Cruce 4	<u>L-C4</u>	27
	Viernes	Cruce 1	<u>V-C1</u>	28
		Cruce 2	<u>V-C2</u>	28
		Cruce 3	<u>V-C3</u>	28
		Cruce 4	<u>V-C4</u>	28
	Sábado	Cruce 1	<u>S-C1</u>	29
		Cruce 2	<u>S-C2</u>	29
		Cruce 3	<u>S-C3</u>	29
		Cruce 4	<u>S-C4</u>	29

Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 64: Peatones Transitando



Fuente: Elaboración propia

En los 6 semáforos mencionados anteriormente no existe semaforización peatonal, provocando conflictos al momento de cruzar la calzada, así mismo es evidente la falta de mantenimiento que tienen los cruces peatonales y la falta de alguno en ciertos puntos.

### 3.7. Capacidad de la intersección vial con Rotonda

La capacidad de una intersección se define para cada uno de los accesos o grupos de carriles, se calcula con la tasa horaria de máxima demanda. El flujo se mide generalmente para un periodo de 15 minutos y la capacidad del acceso en vehículos por hora. En el área de estudio transitan gran variedad de vehículos de transporte ligero, público, pesado. Inicialmente se calculó la hora de máxima demanda para flujo mixto, sin embargo, el programa Synchro 8.0 al ser una herramienta de modelación mesoscópica solo permite la modelación mediante autos ligeros. Por esta razón se hará la conversión por tipología de vehículo, mediante la tabla de Autos Directamente Equivalentes (ADE).

Tabla N° 8: Autos Directamente Equivalentes (ADE)

TIPOLOGIA VEHICULAR	UCP
Auto	1.0
Bus	3.0
Microbús	2.0
Camioneta Rural	1.25
Camión	2.5
Moto Taxi	0.34

Fuente: HCM 2000

Mediante los valores de conversión indicados en la anterior Tabla se procede a calcular la Hora Pico, con esto, la capacidad de cada acceso, tanto para flujo mixto como para ADE. Para los cálculos siguientes se usara la hora pico de los ADE.

Finalmente se calculó el volumen máximo en la hora pico para el tránsito peatonal.

En las siguientes Tablas se muestran los resúmenes de los aforos, donde se ve, claramente, los volúmenes máximos en las horas pico para el tránsito vehicular y peatonal de las intersecciones en cuestión.



## VEHICULAR

Tabla N° 9: Resultados de Mayor Aforo Vehicular por día, vía y hora

N	Lugar	Ubicación	Punto de Control	Código	FLUJO MIXTO		ADE		HORA	
					Suma	HP	Suma	HP	Inicio	Fin
1	Intersección	Av. Los Incas	PC.1	L-A-1	353	1321	388	1439	07:30	08:30
2	Intersección	Av. Dolores C.	PC.2	L-A-2	500	1935	532	2078	18:30	19:30
3	Intersección	Av. La Salud	PC.3	L-A-3	375	1439	412	1576	18:45	19:45
4	Intersección	Av. Dolores JL.	PC.4	L-A-4	436	1674	465	1789	08:00	09:00
5	Influyente	Av. Dolores	PC.5 (4.1)	L-IF-4.1	443	1716	470	1819	08:00	09:00
6	Influyente	Av. Cultura	PC.6 (4.2)	L-IF-4.2	76	267	90	309	08:00	09:00
7	Intersección	Av. Los Incas	PC.1	V-A-1	345	1255	371	1383	08:00	09:00
8	Intersección	Av. Dolores C.	PC.2	V-A-2	491	1883	517	2003	18:30	19:30
9	Intersección	Av. La Salud	PC.3	V-A-3	353	1346	379	1460	18:45	19:45
10	Intersección	Av. Dolores JL.	PC.4	V-A-4	459	1729	482	1821	08:00	09:00
11	Influyente	Av. Dolores	PC.5 (4.1)	V-IF-4.1	453	1697	475	1788	08:00	09:00
12	Influyente	Av. Cultura	PC.6 (4.2)	V-IF-4.2	64	200	68	209	07:15	08:15
13	Intersección	Av. Los Incas	PC.1	S-A-1	354	1295	380	1391	18:45	19:45
14	Intersección	Av. Dolores C.	PC.2	S-A-2	488	1854	520	1975	18:30	19:30
15	Intersección	Av. La Salud	PC.3	S-A-3	342	1299	373	1430	18:30	19:30
16	Intersección	Av. Dolores JL.	PC.4	S-A-4	402	1509	431	1612	08:00	09:00
17	Influyente	Av. Dolores	PC.5 (4.1)	S-IF-4.1	378	1422	405	1535	08:00	09:00
18	Influyente	Av. Cultura	PC.6 (4.2)	S-IF-4.2	69	255	70	261	08:00	09:00
19	Intersección	Av. Los Incas	PC.1	D-A-1	293	1077	319	1173	18:45	19:45
20	Intersección	Av. Dolores C.	PC.2	D-A-2	433	1656	474	1802	12:45	13:45
21	Intersección	Av. La Salud	PC.3	D-A-3	340	1267	373	1390	18:45	19:45
22	Intersección	Av. Dolores JL.	PC.4	D-A-4	357	1334	385	1434	12:30	13:30
23	Influyente	Av. Dolores	PC.5 (4.1)	D-IF-4.1	340	1299	365	1393	12:45	13:45
24	Influyente	Av. Cultura	PC.6 (4.2)	D-IF-4.2	56	207	57	212	08:00	09:00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10. Resumen de máximos resultados de Aforo Vehicular

Lugar	Ubicación	Punto de Control	FLUJO MIXTO		ADE		HORA		Día
			Suma	HP	Suma	HP	Inicio	Fin	
Acceso 1	Av. Los Incas	PC.1	353	1321	388	1439	07:30	08:30	Lunes
Acceso 2	Av. Dolores C.	PC.2	500	1935	532	2078	18:30	19:30	Lunes
Acceso 3	Av. La Salud	PC.3	375	1439	412	1576	18:45	19:45	Lunes
Acceso 4	Av. Dolores JL.	PC.4	459	1729	482	1821	08:00	09:00	Viernes
Influyente 1	Av. Dolores	PC.5 (4.1)	443	1716	470	1819	08:00	09:00	Lunes
Influyente 2	Av. Cultura C	PC.6 (4.2)	76	267	90	309	08:00	09:00	Lunes

Fuente: Elaboración Propia

En el Anexo N°26 se puede apreciar el Resumen de las Horas de Máxima Demanda.

A continuación se determinará la hora de máxima demanda mediante la data obtenida en los aforos vehiculares. Tomando en cuenta la conversión por tipología de vehículo denominada ADE o Coche patrón.

Tabla N° 11: Máxima hora de demanda (ADE)

DIA	HORA	Av. Los Incas	Av. Dolores C.	Av. La Salud	Av. Dolores J.	SUMA
LUNES	18:45 - 19:45	1271	2037	1576	1441	6325
VIERNES	13:00 - 14:00	1284	1945	1260	1561	6050
SABADO	18:30 - 19:30	1372	1975	1430	1574	6351
DOMINGO	18:30 - 19:30	1135	1802	1372	1189	5498

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N°11, la hora de máxima demanda vehicular oscila entre las 18:30 y 19:30 hrs. Siendo el día Sábado el que presenta el mayor aforo vehicular.

A continuación se presenta los giros realizados por los conductores a lo largo de esta hora el día sábado. Cabe recalcar que estos datos son los que usaremos en el programa Synrho Studio 8.0

Tabla N° 12: Resultados ADE para Synrho Studio 8.0

SABADO	CARRIL 1				CARRIL 2			
18:30 - 19:30	Izq	Def	Der	U	Izq	Def	Der	U
Los Incas	387	269	0	7	103	595	4	7
Dolores C.	390	461	14	3	0	959	139	9
Salud	129	262	4	6	3	945	81	0
Dolores J.	181	303	0	6	0	965	119	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13: Suma de Giros realizados

SABADO	SUMA				TOTAL
18:30 - 19:30	Izq	Def	Der	U	
Los Incas	490	864	4	14	1372
Dolores C.	390	1420	153	12	1975
Salud	132	1207	85	6	1430
Dolores J.	181	1268	119	6	1574
N. de Vehículos en la Hora de Máxima Demanda					6351

Fuente: Elaboración Propia



## PEATONAL

Tabla N° 14: Resultados Aforo Peatonal

DIA	INI	FIN	Cruce 1	Cruce 2	Cruce 3	Cruce 4	SUMA
LUNES	07:00	08:00	211	128	201	143	683
	08:00	09:00	202	123	195	139	659
	12:00	13:00	142	84	131	90	447
	13:00	14:00	182	114	171	132	599
	18:00	19:00	180	118	171	130	599
	19:00	20:00	143	95	137	101	476
VIERNES	07:00	08:00	196	176	194	143	709
	08:00	09:00	170	162	191	138	661
	12:00	13:00	143	95	144	94	476
	13:00	14:00	170	120	154	119	563
	18:00	19:00	199	207	185	161	752
	19:00	20:00	202	198	213	159	772
SABADO	07:00	08:00	158	158	160	120	596
	08:00	09:00	161	144	155	122	582
	12:00	13:00	199	115	140	72	526
	13:00	14:00	180	116	146	81	523
	18:00	19:00	201	189	210	96	696
	19:00	20:00	203	231	215	89	738

Fuente: Elaboración Propia

- Cruce 1: Av. Dolores (Cercado)
- Cruce 2: Av. La Salud / Cultura Chimú
- Cruce 3: Av. Dolores JLBR.
- Cruce 4: Av. Los Incas

Siguiendo la metodología anterior se obtiene que la hora de máxima demanda peatonal es el día viernes de 19:00 a 20:00 horas con un total de 772 peatones que pasan por la intersección

En los Anexos N°27 - 28 – 29 se puede apreciar el aforo peatonal correspondiente

## CAPÍTULO IV. EVALUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DEL PROYECTO

En este capítulo se procederá a evaluar la situación actual del Ovalo “Los Incas” mediante toda la información recopilada en el capítulo anterior, para esto se usará el programa Synchro Studio 8.0 el cual nos permitirá obtener datos como el Flujo de Saturación (S), Nivel de Servicio (LOS), Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU), etc. Así mismo, podremos modelar virtualmente el área de estudio en la actualidad como lo es el año 2015 y proyectarnos al año 2020, dándonos una noción clara de la situación y los problemas que se presentarán en ese momento.

Imagen N° 65: Ovalo Los Incas 13:00 Hrs.



Fuente: Elaboración Propia



## 4.1. Evaluación Actual

Mediante la información recopilada en el anterior capítulo, como el diseño geométrico, semaforización, tipos de transporte, aforo vehicular y capacidad del ovalo, se procedió a obtener Flujo de Saturación (S), Nivel de Servicio (LOS), Factor de Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) entre otros, mediante el programa Synchro Studio 8 el cual usa el Highway Capacity Manual 2000 como base para el cálculo de dichos valores.

A continuación, se muestra las tablas respectivas a la calificación de Nivel de Servicio en intersecciones semaforizadas, no semaforizadas y según la capacidad de funcionamiento de la intersección, las cuales se usarán en los siguientes capítulos y sub-capítulos.

Tabla N° 15: Nivel de Servicio en intersecciones Semaforizadas

<i>Nivel de Servicio en Intersección Semaforizada</i>		
<i>Demora por vehículo</i>	<i>Relación V/C</i>	
	$\leq 1$	$> 1$
$\leq 10$	A	F
$> 10 - \leq 20$	B	F
$> 20 - \leq 35$	C	F
$> 35 - \leq 55$	D	F
$> 55 - \leq 80$	E	F
$> 80$	F	F

Fuente: Manual Synchro Studio 8.0

Tabla N° 16: Nivel de Servicio en intersecciones NO Semaforizadas

<i>Nivel de Servicio en Intersección No Semaforizada</i>		
<i>Demora por vehículo</i>	<i>Relación V/C</i>	
	$\leq 1$	$> 1$
$\leq 10$	A	F
$> 10 - \leq 15$	B	F
$> 15 - \leq 25$	C	F
$> 25 - \leq 35$	D	F
$> 35 - \leq 50$	E	F
$> 50$	F	F

Fuente: Manual Synchro Studio 8.0

Tabla N° 17: Nivel de Servicio según Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU)

<i>Nivel de Servicio ICU</i>	
<i>ICU</i>	<i>LOS</i>
< 55%	A
55% - 64%	B
64% - 73%	C
73% - 82%	D
82% - 91%	E
91% - 100%	F
100% - 109%	G
> 109%	H

Fuente: Manual Synchro Studio 8.0

A continuación, se mostrará los resultados obtenidos mediante el programa Synchro Studio 8.0 respecto al “Ovalo Los Incas” y las intersecciones influyentes.

#### 4.1.1. Resultados utilizando el programa Synchro 8.0

El programa Synchro Studio 8.0 es un software mesoscópico el cual nos permite analizar la información de cada vía, la cual fue recopilada en el capítulo anterior. Como se mencionó anteriormente en el capítulo 3.7, este programa al ser una herramienta de modelación mesoscópica solo permite la modelación mediante autos ligeros, para esto, se usarán los resultados de la Tabla N°18

Tabla N° 18: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0 - ACTUAL

<i>ADE PARA SYNCHRO STUDIO 8.0</i>						
<i>Ubicación</i>		<i>Izq</i>	<i>Def</i>	<i>Der</i>	<i>U</i>	<i>SUMA</i>
<i>Intersección 1</i>	<i>Av. Los Incas</i>	<b>490</b>	<b>864</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>1372</b>
	<i>Av. Dolores (Cercado)</i>	<b>390</b>	<b>1420</b>	<b>153</b>	<b>12</b>	<b>1975</b>
	<i>Av. La Salud</i>	<b>132</b>	<b>1207</b>	<b>85</b>	<b>6</b>	<b>1430</b>
	<i>Av. Dolores (JLBR)</i>	<b>181</b>	<b>1268</b>	<b>119</b>	<b>6</b>	<b>1574</b>
<i>Intersección 2</i>	<i>Av. Cultura Chimú</i>	<b>124</b>	<b>-</b>	<b>112</b>	<b>-</b>	<b>236</b>
	<i>Av. Dolores (JLBR) Previa</i>	<b>58</b>	<b>1448</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1506</b>
<i>Intersección 3</i>	<i>Pasaje Dolores</i>	<b>88</b>	<b>112</b>	<b>156</b>	<b>-</b>	<b>356</b>
	<i>Pasaje El Carmen</i>	<b>-</b>	<b>1270</b>	<b>178</b>	<b>-</b>	<b>1448</b>

Fuente: Elaboración Propia

Si bien este estudio de Tesis es del “Ovalo Los Incas” es sumamente importante tener en cuenta las dos intersecciones aledañas a este, ya que tienen gran influencia sobre el Ovalo, así como, las medidas de solución que serán tomadas posteriormente.



Luego de haber introducido los datos requeridos por el programa Synchro 8.0 obtenemos la **Capacidad de Funcionamiento de la Intersección (ICU)** el cual se muestra en la siguiente imagen.

Imagen N° 66: ICU - Actual



Fuente: ELABORACION PROPIA MODELADA EN Synchro Studio 8.0

Como podemos apreciar el análisis realizado por el programa arroja 3 valores distintos los cuales son:

- **Intersección 1: Ovalo Los Incas**

*ICU: 191%*

La demanda supera la capacidad de dicha intersección en varias horas del día y que se encuentra en grado de saturación.

- **Intersección 2: Av. Cultura Chimú y Av. Dolores**

*ICU: 102.9%*

La demanda supera la capacidad de dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.

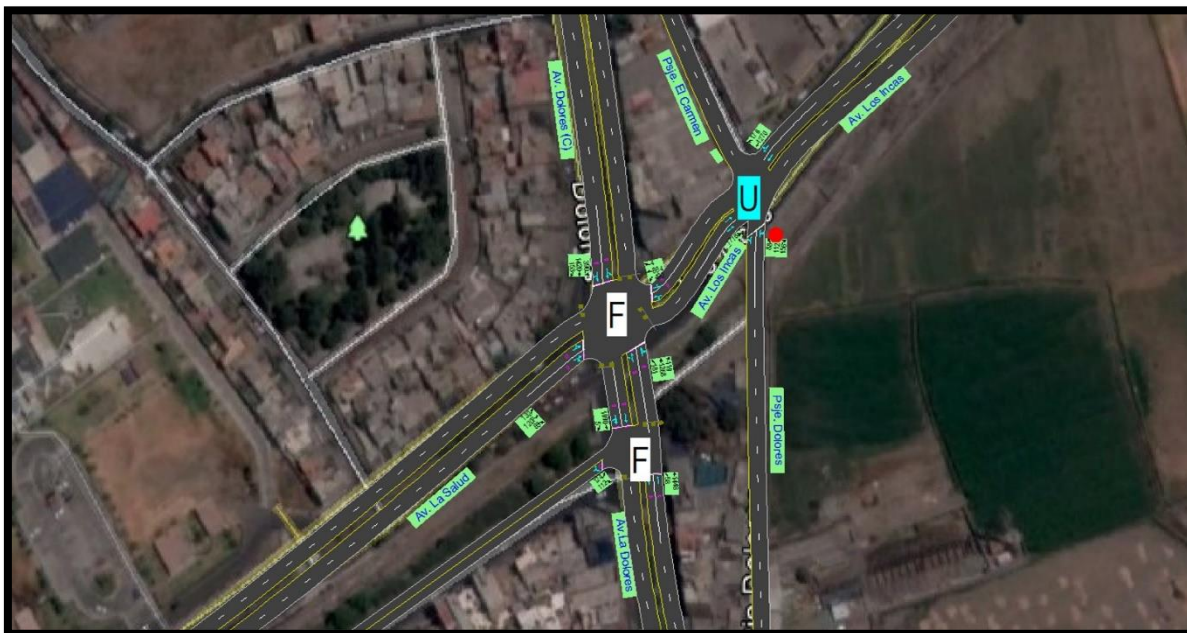
- **Intersección 3: Av. Los Incas y Pasaje El Carmen - Pasaje Dolores**

*ICU: 64.8%*

La demanda no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

A continuación se muestra el Nivel de Servicio de cada intersección.

Imagen N° 67: Nivel de Servicio – Actual



Fuente: ELABORACION PROPIA MODELADA EN Synchro Studio 8.0

Como podemos apreciar el análisis realizado por el programa arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección 1: Ovalo Los Incas**

*Nivel de Servicio (LOS): “ F ”*

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección en varias horas del día y se encuentra en grado de saturación.

- **Intersección 2: Av. Cultura Chimú y Av. Dolores**

*Nivel de Servicio (LOS): “ F ”*

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.

- **Intersección 3: Av. Los Incas y Pasaje El Carmen - Pasaje Dolores**

*Nivel de Servicio (LOS): “ F ”*

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “F” el cual indica el colapso de dicha intersección en horas punta.



En la siguiente imagen se muestra el modelo virtual del Ovalo Los Incas.

Imagen N° 68: Modelamiento Virtual – ACTUAL



Fuente: ELABORACION PROPIA MODELADA EN Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos.

Tabla N° 19: Cuadro Resumen de datos obtenidos en intersecciones – ACTUAL

<b>CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS</b>			
	<b>Intersección 1</b>	<b>Intersección 2</b>	<b>Intersección 3 *</b>
<b>Control</b>	<i>Semaforizada</i>	<i>Semaforizada</i>	<i>NO Semaforizada</i>
<b>Ciclo Semafórico</b>	137	142	-
<b>Max V/C Ratio</b>	2.05	1.68	29.95
<b>Demora (s)</b>	433.7	331.3	1011.3
<b>Nivel de Servicio (LOS)</b>	F	F	A
<b>ICU</b>	191%	102.90%	64.8%
<b>ICU LOS</b>	H	G	C

Fuente: ELABORACION PROPIA

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada acceso al Ovalo Los Incas.

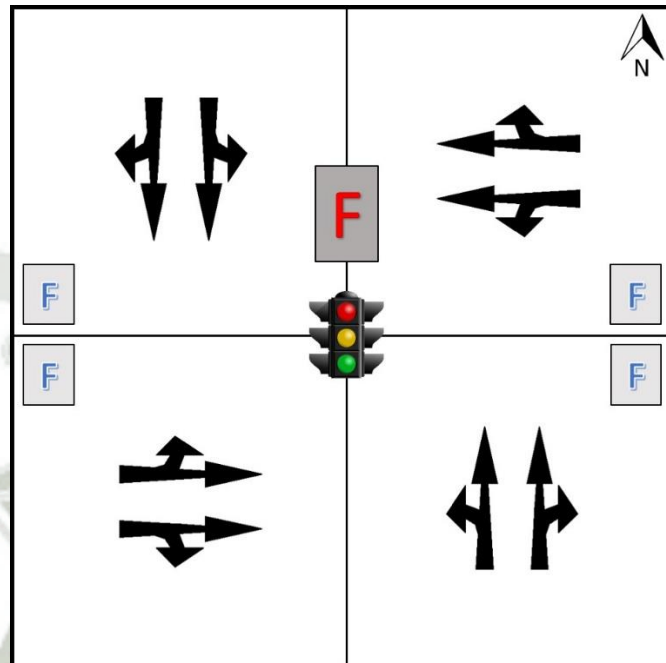
Tabla N° 20: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – ACTUAL

<b>ACTUAL</b>	<b>Av. Los Incas</b>	<b>Av. Dolores (C.)</b>	<b>Av. La Salud</b>	<b>Av. Dolores (J.)</b>
<b>Flujo de Saturación</b>	1752	2049	1846	1897
<b>Demora</b>	377.9	480.1	500.7	361.6
<b>Nivel de Servicio</b>	F	F	F	F

Fuente: ELABORACION PROPIA

Siguiendo la metodología HCM 2000 en la siguiente imagen se presenta el nivel de servicio de cada vía, así como, del “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 69: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas - Actual



Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 2000

El “Ovalo Los Incas” presenta una demora de 434 segundos, esto significa que tenemos un nivel de servicio categoría “F”.

Imagen N° 70: Panel Fotográfico referente a niveles de servicio En Horas Punta



Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 2000



## 4.2. Evaluación Futura

Después de conocer la situación actual del “Ovalo Los Incas” (2015) pasamos a hacer la proyección al año 2020 del área de estudio, para esto se requiere usar la tasa de crecimiento vehicular anual, dichos datos fueron conseguidos a través del análisis de un expediente técnico realizado por el gobierno regional de Arequipa.

Tabla N° 21: Tasa de Crecimiento Vehicular en Arequipa

VEHICULOS	%
Autos	6%
Camionetas Rurales	1%
Microbuses	1%
Buses	3%
Camiones 2 Ejes	1%
Camiones 3 Ejes	1%
Camiones > 3 Ejes	1%
Otros	3%

Fuente: Expediente Técnico del Gobierno Regional

Mediante los valores de Tasa Promedio Anual se procede a proyectar el crecimiento vehicular en 5 años mediante la siguiente ecuación:

$$F = P * (1 + T)^n$$

### 4.1.2. Resultados utilizando el programa Synchro 8.0

En la siguiente tabla se muestra el aforo vehicular proyectado a 5 años (2020), así mismo estos datos son los que serán usados en el programa Synchro Studio 8.0.

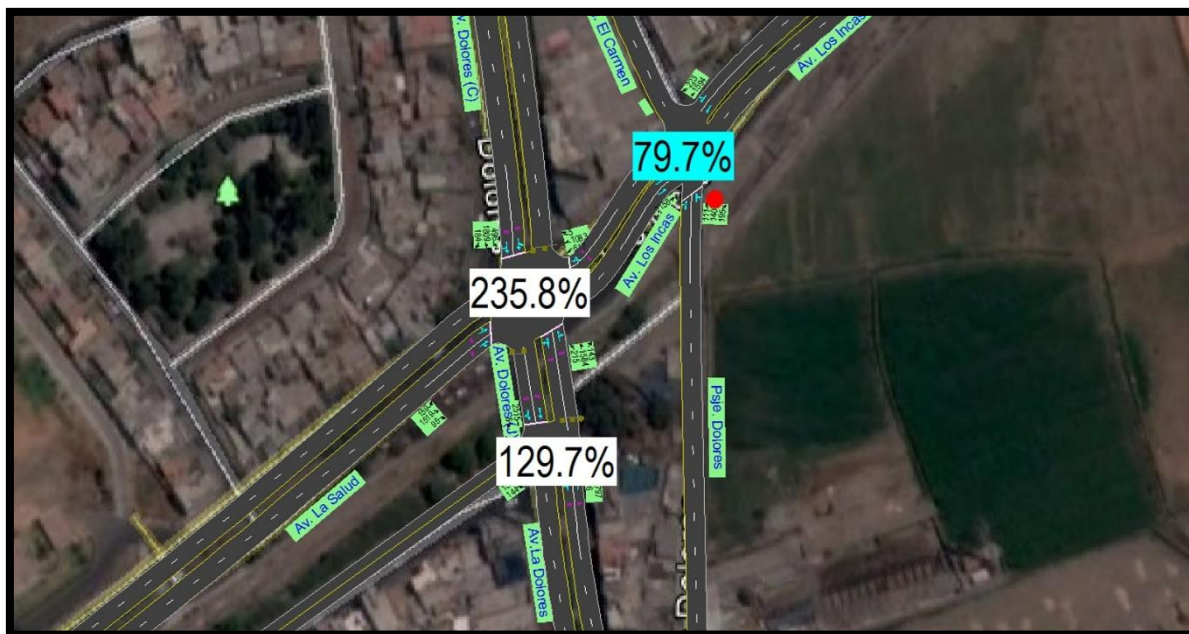
Tabla N° 22: Resultados ADE para synchro studio 8.0 – PROYECTADO

ADE PARA SYNCHRO STUDIO 8.0 - PROYECTADO						
Ubicación		Izq	Def	Der	U	SUMA
Intersección 1	Av. Los Incas	617	1083	5	14	1719
	Av. Dolores (Cercado)	496	1809	184	12	2501
	Av. La Salud	159	1519	95	6	1779
	Av. Dolores (JLBR)	215	1584	143	6	1948
Intersección 2	Av. Cultura Chimú	158	-	144	-	302
	Av. Dolores (JLBR) Previa	76	1797	-	-	1873
Intersección 3	Pasaje Dolores	111	140	195	-	446
	Pasaje El Carmen	-	1594	223	-	1817

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra Factor de Capacidad de Funcionamiento de cada Intersección (ICU) proyectado al año 2020.

Imagen N° 71: Factor ICU – PROYECTADO



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

Como podemos apreciar el análisis realizado por el programa arroja los siguientes valores:

- **Intersección 1: Ovalo Los Incas**  
*F.ICU: 235.8%*  
La demanda supera la capacidad de dicha intersección en varias horas del día y que se encuentra en grado de saturación.
- **Intersección 2: Av. Cultura Chimú y Av. Dolores**  
*F.ICU: 129.7%*  
La demanda supera la capacidad de dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.
- **Intersección 3: Av. Los Incas y Pasaje El Carmen - Pasaje Dolores**  
*F.ICU: 79.7%*  
La demanda no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.



A continuación se muestra el Nivel de Servicio de cada intersección.

Imagen N° 72: Nivel De Servicio – Proyectado



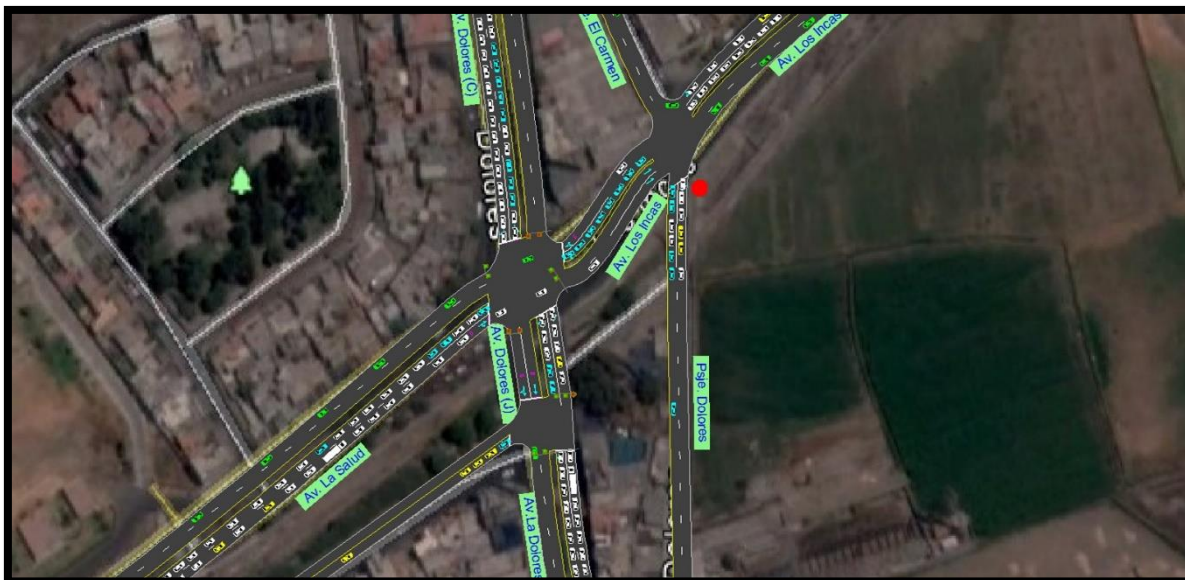
Fuente: Elaboración Propia Modelada En Synchro Studio 8.0

Como podemos apreciar el análisis realizado por el programa arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección 1: Ovalo Los Incas**  
*Nivel de Servicio (LOS): “ F ”*  
 El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección en varias horas del día y que se encuentra en grado de saturación.
- **Intersección 2: Av. Cultura Chimú y Av. Dolores**  
*Nivel de Servicio (LOS): “ F ”*  
 El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.
- **Intersección 3: Av. Los Incas y Pasaje El Carmen - Pasaje Dolores**  
*Nivel de Servicio (LOS): “ F ”*  
 Al no existir un semáforo en dicha intersección el programa informa que no

En la siguiente imagen se muestra el modelo virtual del Ovalo Los Incas.

Imagen N° 73: Modelamiento Virtual – Proyectado



Fuente: Elaboración Propia Modelada En Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos.

Tabla N° 23: Cuadro Resumen de datos obtenidos – Proyectado

CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS			
	Intersección 1	Intersección 2	Intersección 3*
<b>Control</b>	Semaforizada	Semaforizada	NO Semaforizada
<b>Ciclo Semafórico</b>	137	142	-
<b>Max V/C Ratio</b>	2.55	2.22	382.7
<b>Demora (s)</b>	622.2	436.7	1008.7
<b>Nivel de Servicio (LOS)</b>	F	F	F
<b>ICU</b>	235.8%	129.7%	79.7%
<b>ICU LOS</b>	H	H	D

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada acceso al Ovalo Los Incas.

Tabla N° 24: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Proyectado

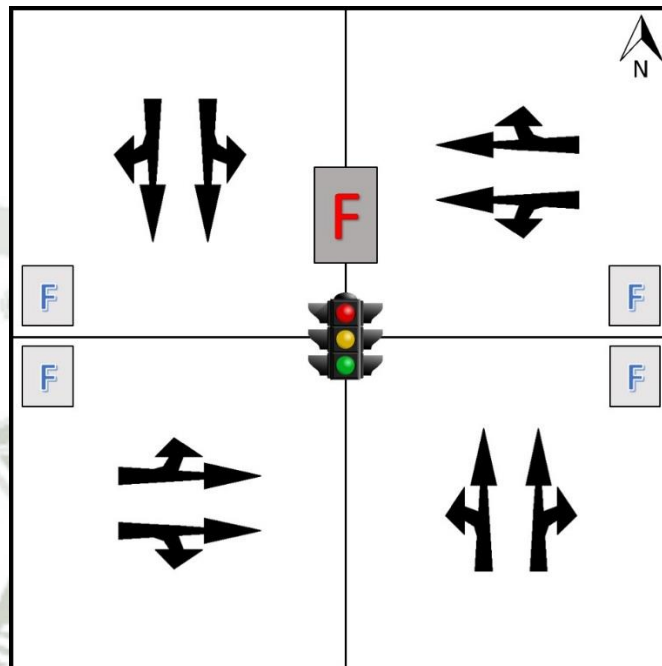
ACTUAL	Av. Los Incas	Av. Dolores (C.)	Av. La Salud	Av. Dolores (J.)
<b>Flujo de Saturación</b>	1750	2049	1843	1963
<b>Demora</b>	576.5	680.5	723.1	497.6
<b>Nivel de Servicio</b>	F	F	F	F

Fuente: Elaboración Propia



Siguiendo la metodología HCM 2000 se presenta la siguiente imagen, la cual muestra el nivel de servicio de cada vía, así como, de la intersección u “Ovalo Los Incas”.

Imagen N° 74: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas - Proyectado



Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 2000

El “Ovalo Los Incas” presenta una demora de 622 segundos, esto significa que tenemos un nivel de servicio categoría “F”.

*\* Respecto a la Intersección N°3, el programa Synchro Studio 8.0 trabaja de acuerdo a modelos ideales; al existir flujos vehiculares procedentes de 3 accesos (Los Incas, La Salud y pasaje Dolores) y siendo una intersección no semaforizada, la demora aumenta excesivamente, ya que, la prioridad de paso la tiene la Av. Los Incas generando un largo tiempo de espera en el flujo vehicular del acceso Pasaje Dolores, por tanto se incrementa la demora (s) en la intersección como la relación volumen capacidad (v/c). Es importante mencionar que la capacidad de funcionamiento (ICU) de la intersección no se ve rebasada ya que los flujos vehiculares no son tan altos.*

Por este motivo es necesario plantear la restricción de esta intersección, dando un mejor orden al flujo vehicular.

### 4.3. Variaciones

Como podemos apreciar la tendencia es que en un tiempo no mayor a 5 años el crecimiento del parque automotor en la ciudad agrave aún más el tráfico suscitado tanto en el “Ovalo Los Incas” como en toda la ciudad.

Imagen N° 75: Panel fotográfico en horas punta



Fuente: Elaboración Propia

En el panel fotográfico se puede ver los conflictos actuales en el Ovalo Los Incas en horas de la mañana y en horas de la noche, siendo estas últimas las denominadas horas punta.

Es necesario clausurar la intersección N°3 por los conflictos que se generan.

Tabla N° 25: Variación Niveles de Servicio

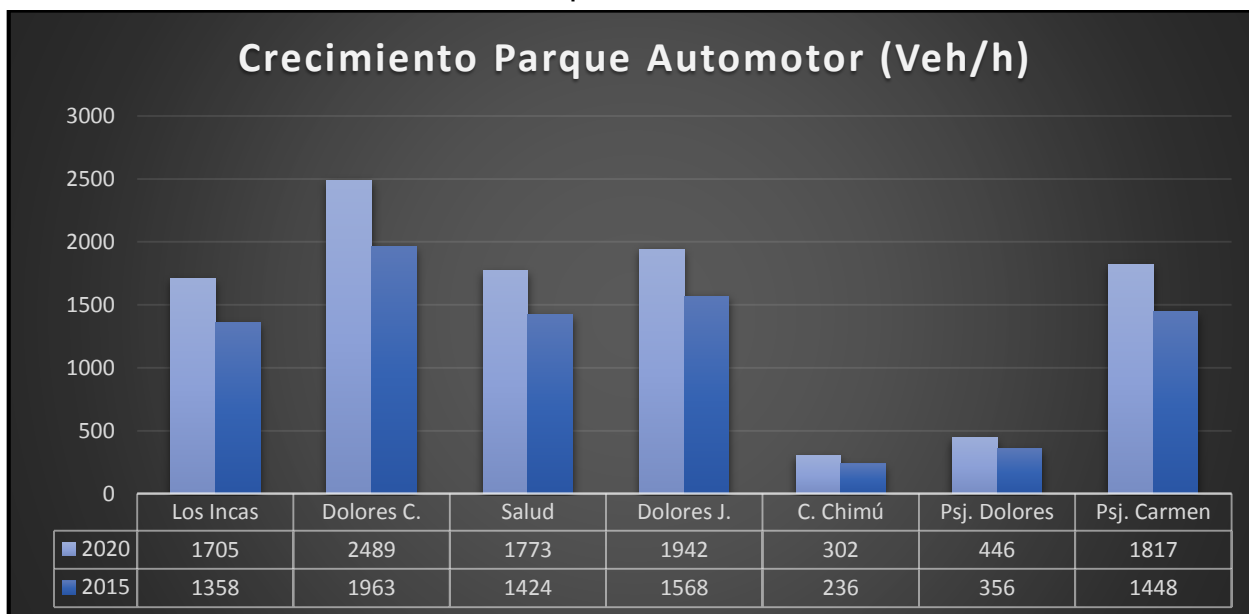
AÑO	NIVEL DE SERVICIO			
	Av. Los Incas	Av. Dolores (C.)	Av. La Salud	Av. Dolores (J.)
2015	F	F	F	F
2020	F	F	F	F

Fuente: Elaboración Propia

En continuación se muestra el crecimiento del parque automotor en cada Acceso.



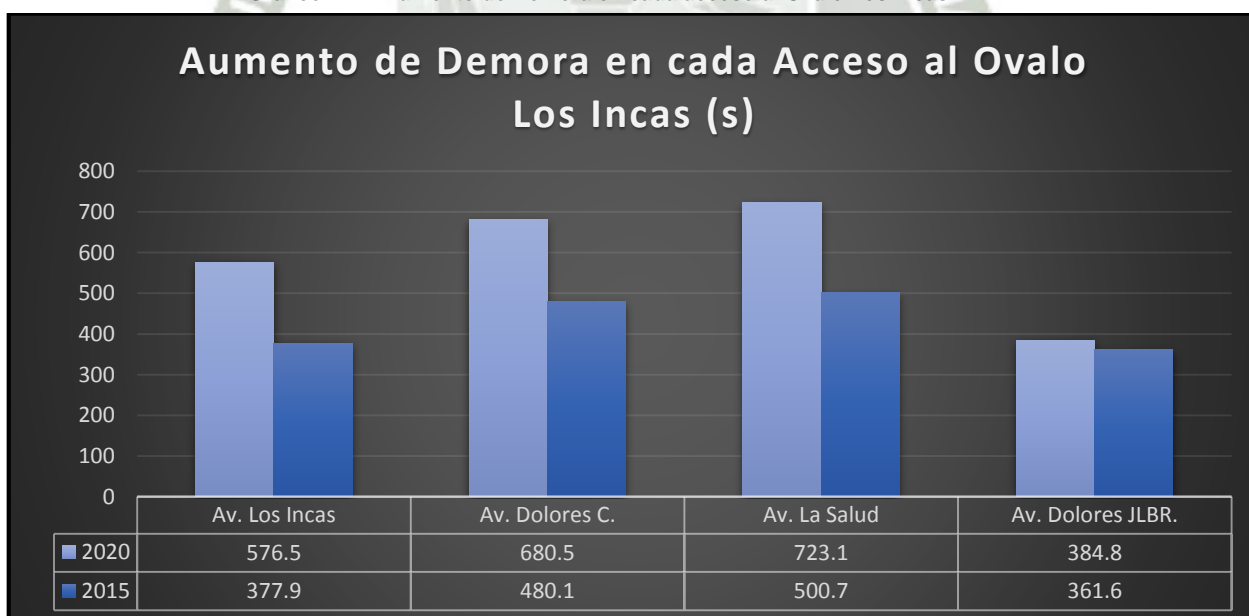
Gráfico N° 1: Crecimiento Parque Automotor en cada intersección



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente gráfico se muestra el crecimiento en la demora en cada acceso del Ovalo Los Incas.

Gráfico N° 2: Aumento de Demora en cada acceso al Ovalo Los Incas



Fuente: Elaboración Propia

Se puede concluir que la situación se agrava en el año 2020, a continuación se plantearán las propuestas de solución.

## CAPÍTULO V. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Luego de haber concluido todos los estudios previos, tenemos una noción clara de la situación actual y futura del “Ovalo Los Incas”, en este capítulo se plantearán las propuestas de solución a bajo y alto costo respectivas las cuales buscan mitigar la congestión vehicular y cambiar el nivel de servicio de la zona de estudio. A continuación se presenta un resumen con los resultados obtenidos en la actualidad.

Tabla N° 26: Resumen Resultados Obtenidos

RESUMEN FLUJO VEHICULAR Y PORCENTAJE - ACTUAL												
Ubicación		LOS		VOLUMEN				SUMA	PORCENTAJE			
		2015	2020	Izq	Def	Der	U		Izq	Def	Der	U
Intersección 1 Ovalo Los Incas	Av. Los Incas	F	F	490	864	4	14	1372	35.71	62.97	0.29	1.02
	Av. Dolores (Cercado)	F	F	390	1420	153	12	1975	19.75	71.90	7.75	0.61
	Av. La Salud	F	F	132	1207	85	6	1430	9.23	84.41	5.94	0.42
	Av. Dolores (JLBR)	F	F	181	1268	119	6	1574	11.50	80.56	7.56	0.38
Intersección 2	Av. Cultura Chimú	C	C	124	-	112	-	236	52.54	-	47.46	-
	Av. Dolores (JLBR) 1	F	F	58	1448	-	-	1506	3.85	96.15	-	-
Intersección 3	Pasaje Dolores	-	-	88	112	156	-	356	24.72	31.46	43.82	-
	Pasaje El Carmen	-	-	-	1270	178	-	1448	-	87.71	12.29	-

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados actuales mostrados se puede apreciar lo siguiente:

- Si bien el nivel de servicio varía en el tiempo, este en el “Ovalo Los Incas” puede alcanzar a tener una calificación de grado “F” en las horas de máxima afluencia vehicular u “Horas Pico”, por tanto requiere tomar prontas medidas de mejora del Nivel de Servicio.
- El sentido “DE FRENTE” tiene el mayor porcentaje de incidencia de 63% a 85%.
- El sentido “IZQUIERDA” tiene un porcentaje de incidencia de 9 % a 36%
- El sentido “DERECHA” tiene un porcentaje de incidencia de 0.3% a 7.8%
- El sentido “VUELTA EN U” tiene un porcentaje de incidencia de 0.3% a 1%.

De acuerdo a estos resultados se puede concluir lo siguiente:



- Una de las funciones del Ovalo Los Incas es generar dos tipos de giro, los cuales son a la izquierda y vuelta en U.
- El giro a la izquierda tiene un porcentaje de 18.7% (1487 veh.) sobre el total de aforo respecto al Ovalo, sin embargo, el problema radica en la congestión que este genera, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Imagen N° 76: Conflicto por giro a la izquierda proveniente de Av. Los Incas



Fuente: Elaboración Propia

- Como se puede apreciar en la imagen, a ciertas horas la cantidad de vehículos que giran a la izquierda es suficiente para producir una gran congestión vehicular, ya que la capacidad del Ovalo es copada rápidamente, por tanto, los vehículos requieren ubicarse en un segundo, tercer e incluso cuarto carril si el espacio lo permite, provocando que aquellos vehículos que quieren seguir un trayecto no puedan avanzar o continuar.
- Es necesario plantear una solución a este giro, principalmente por la problemática que genera en el ovalo, la cual puede ser la restricción de este.
- El giro o vuelta en U al tener un porcentaje tan pequeño el cual no es mayor a 1%, por tanto puede ser restringido.
- El giro a la derecha, no representa ningún problema en el tránsito vehicular, pero es recomendable afianzar los desvíos con una señalización adecuada, de esta manera se reduce al mínimo el flujo vehicular en estos sentidos.
- Al restringir estos dos giros se evita los problemas de congestión y por tanto solo los semáforos determinarían la demora o tiempo de espera del flujo vehicular.

## 5.1. Propuesta de solución a Bajo Costo

Una propuesta de solución a bajo costo es aquella que puede ser desarrollada a corto plazo. Partiendo de las conclusiones obtenidas, previamente se plantea dar solución al giro a la **izquierda y vuelta en U**, ya que estos son los que generan más conflictos en el Ovalo Los Incas. La propuesta a bajo costo está conformada por las siguientes medidas:

- Diseño Geométrico: Bahías
- Semaforización
- Redimensionamiento o Demolición de Ovalo
- Señalización
- Peatonalización

### 5.1.1. Desarrollo de Propuesta

#### 5.1.1.1. Diseño Geométrico: Bahías

La primera propuesta de mitigación se basa en darle solución al giro a la izquierda y vuelta en U en el “Ovalo Los Incas”, esto se puede conseguir mediante la construcción de Bahías, las cuales consisten en hacer una reducción de la berma central de las avenidas Dolores (Cercado), La Salud y Dolores (JLBR) para la habilitación de un TERCER CARRIL, el cual brinde una mayor comodidad a los conductores.

Imagen N° 77: Bermas Centrales Av. Dolores y Av. La Salud



Fuente: Elaboración Propia



Tomando en cuenta la geometría de las vías aledañas al Ovalo Los Incas detalladas en el capítulo “3.2 Diseño Geométrico del Óvalo, intersección vial y desvíos” podemos confirmar la viabilidad de este tipo de solución ya que la sección transversal de las avenidas son las necesarias (19.5m aprox.) para realizar esta modificación de Berma y adición de Tercer Carril. A continuación se muestra un ejemplo de la reducción de una Berma Central:

Imagen N° 78: Ejemplo de Reducción de Berma Central



Fuente: Diario El Comercio

Como se puede apreciar en la imagen, la reducción de la Berma central permite generar un Tercer Carril, el cual será usado posteriormente para dar vuelta en U y girar a la izquierda de la siguiente manera.

Tabla N° 27: Opciones de Giro a la Izquierda

<i>Opciones de Giro a la Izquierda</i>		
<i>Vía</i>	<i>Opción 1</i>	<i>Opción 2</i>
<b>Av. Los Incas</b>	Derecha (Av. Dolores - Cercado)	De Frente (Av. La Salud)
	Vuelta en U (Av. Dolores - Cercado)	Vuelta en U (Av. La Salud)
	De Frente (Av. Dolores - JLBR.)	Derecha (Av. Dolores - JLBR.)
<b>Av. Dolores (Cercado)</b>	Derecha (Av. La Salud)	De Frente (Av. Dolores - Cercado)
	Vuelta en U (Av. La Salud)	Vuelta en U (Av. Dolores - Cercado)
	De Frente (Av. Los Incas)	Derecha (Av. Los Incas.)
<b>Av. La Salud</b>	Derecha (Av. Dolores - JLBR.)	-
	Vuelta en U (Av. Dolores - JLBR.)	
	De Frente (Av. Dolores - Cercado)	
<b>Av. Dolores (José Luis B. y R.)</b>	-	De Frente (Av. Dolores - Cercado)
		Vuelta en U (Av. Dolores - Cercado)
		Derecha (Av. La Salud)

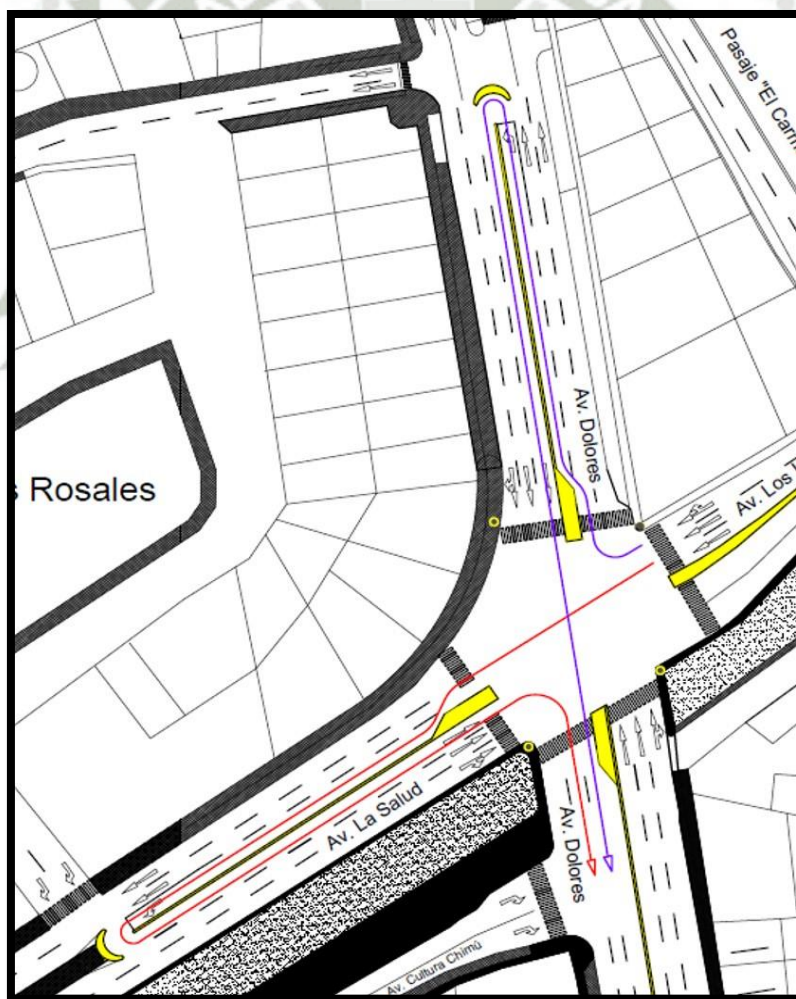
Fuente: Elaboración Propia

Para la longitud de las bahías se tomó en cuenta la ubicación de las intersecciones cercanas dando la posibilidad de ser usadas en un futuro, las mismas que brindan una longitud que satisface la capacidad de giros a la izquierda y no generan conflictos en la intersección principal.

- Avenida Dolores Cercado: 85.00 m – 10 vehículos
- Avenida La Salud : 90.00 m – 11 vehículos
- Avenida Dolores JLB y R.: 88.00 m – 11 vehículos

Tomando en cuenta una longitud de 5 m por vehículo, 3 m de distancia entre vehículo y 10 m del paso peatonal. A continuación se muestra un ejemplo de ruta para suplir el giro a la izquierda. (Plano N°24)

Imagen N° 79: Rutas que suplen el giro a la izquierda desde Av. Los Incas



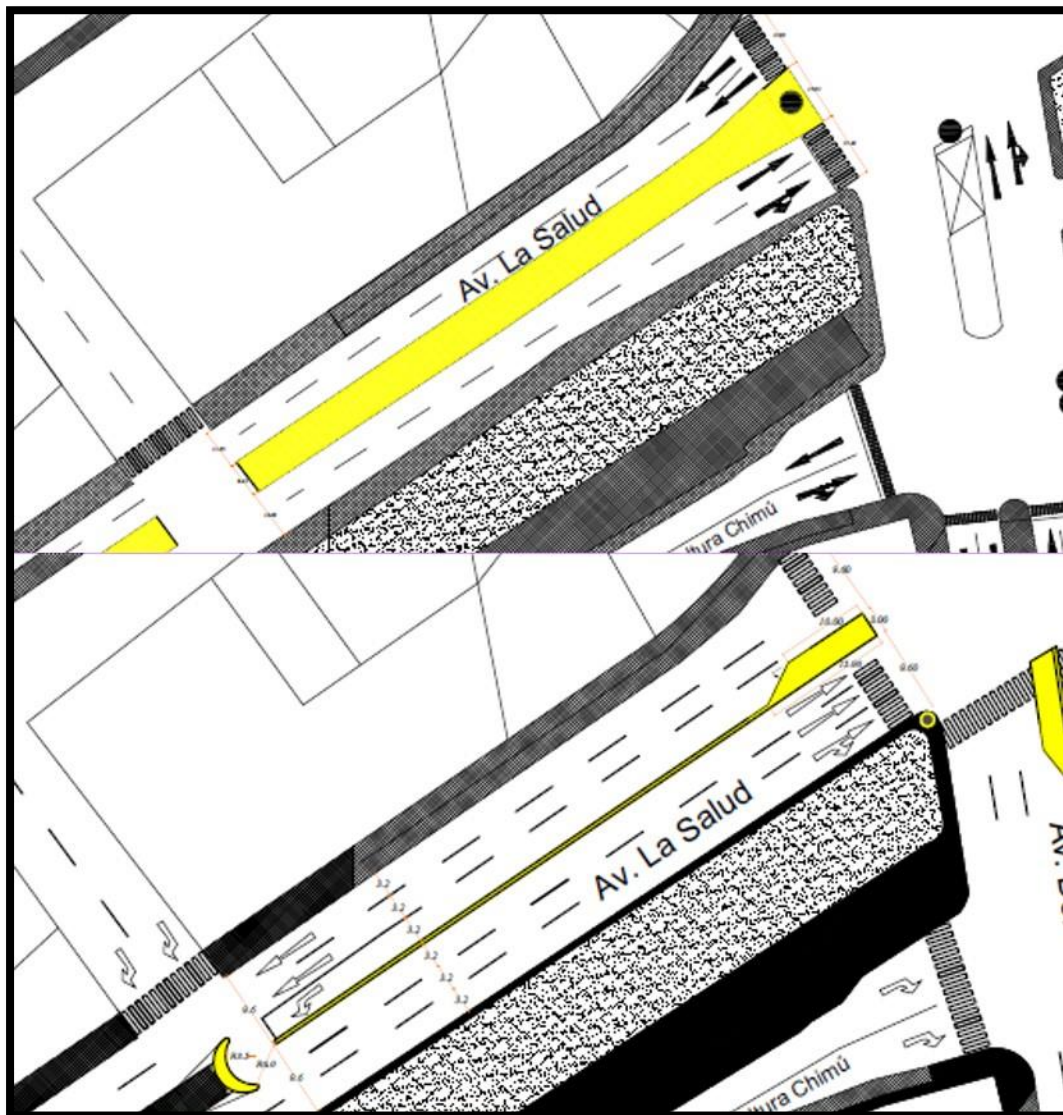
Fuente: Elaboración Propia



Como se puede apreciar en el Plano N°24 las 4 Avenidas aledañas tienen 3 carriles de ingreso y 2 carriles de salida dando una simetría ideal al “Ovalo Los Incas”.

Seguidamente se presenta una comparación de la Berma actual en la Av. La Salud y la propuesta de **reducción de Berma** y **adición del Tercer Carril**, así mismo se muestran las cotas de la misma. (Plano N° 23).

Imagen N° 80: Comparación Berma Central y Propuesta de Bahía



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra la propuesta de Semaforización.

### 5.1.1.2. Semaforización

La temporización de un semáforo se puede optimizar constantemente, ya que las situaciones tienden a variar con el paso de los meses y años, en este caso se plantea la mejor opción para la propuesta a bajo costo.

Tabla N° 28: Temporización de Semáforo - Actual

ACTUAL		CICLO DE SEMAFORIZACIÓN				
Fase A	Av. Los Incas	80			5	60 3
Fase B	Av. Dolores (C.)	77			3 5	63
Fase A	Av. La Salud	80			5	60 3
Fase B	Av. Dolores (J.)	77			3 5	63

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el programa Synchro Studio 8.0 se hace la optimización del ciclo semafórico, la cual está conformada de la siguiente manera:

Tabla N° 29: Temporización de Semáforo – Propuesta

PROPUESTA		CICLO DE SEMAFORIZACIÓN				
Fase A	Av. Los Incas	59			5	39 3
Fase B	Av. Dolores (C.)	61			3 5	42
Fase A	Av. La Salud	59			5	39 3
Fase B	Av. Dolores (J.)	61			3 5	42

Fuente: Elaboración mediante Synchro Studio 8.0

### 5.1.1.3. Redimensionamiento o Demolición de Ovalo

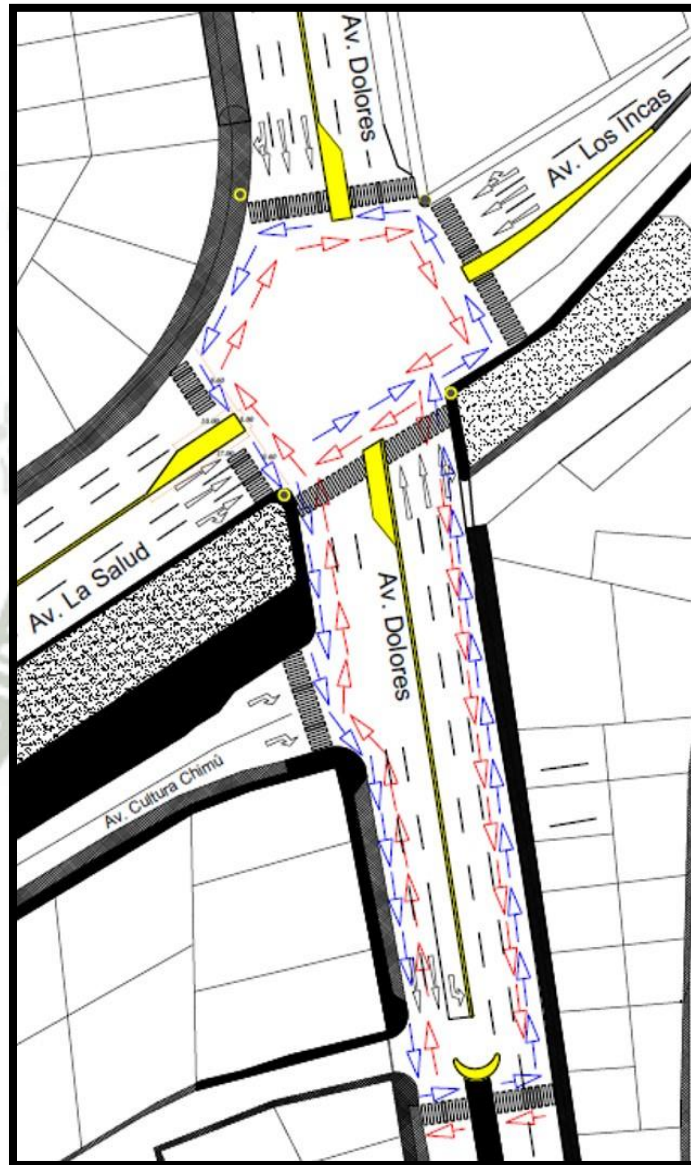
Al restringir el giro a la izquierda y vuelta en U se hace **prescindible** el Ovalo o rotonda en la intersección, sin embargo, al emplear una reducción en las dimensiones del mismo se puede dar un mejor orden en el tránsito vehicular.



#### 5.1.1.4. Peatonalización

A continuación se muestra la ruta de circulación peatonal propuesta mediante la solución a bajo costo. (Plano N°21)

Imagen N° 81: Ruta Circulación Peatonal – Propuesta Bajo Costo



Fuente: Elaboración Propia

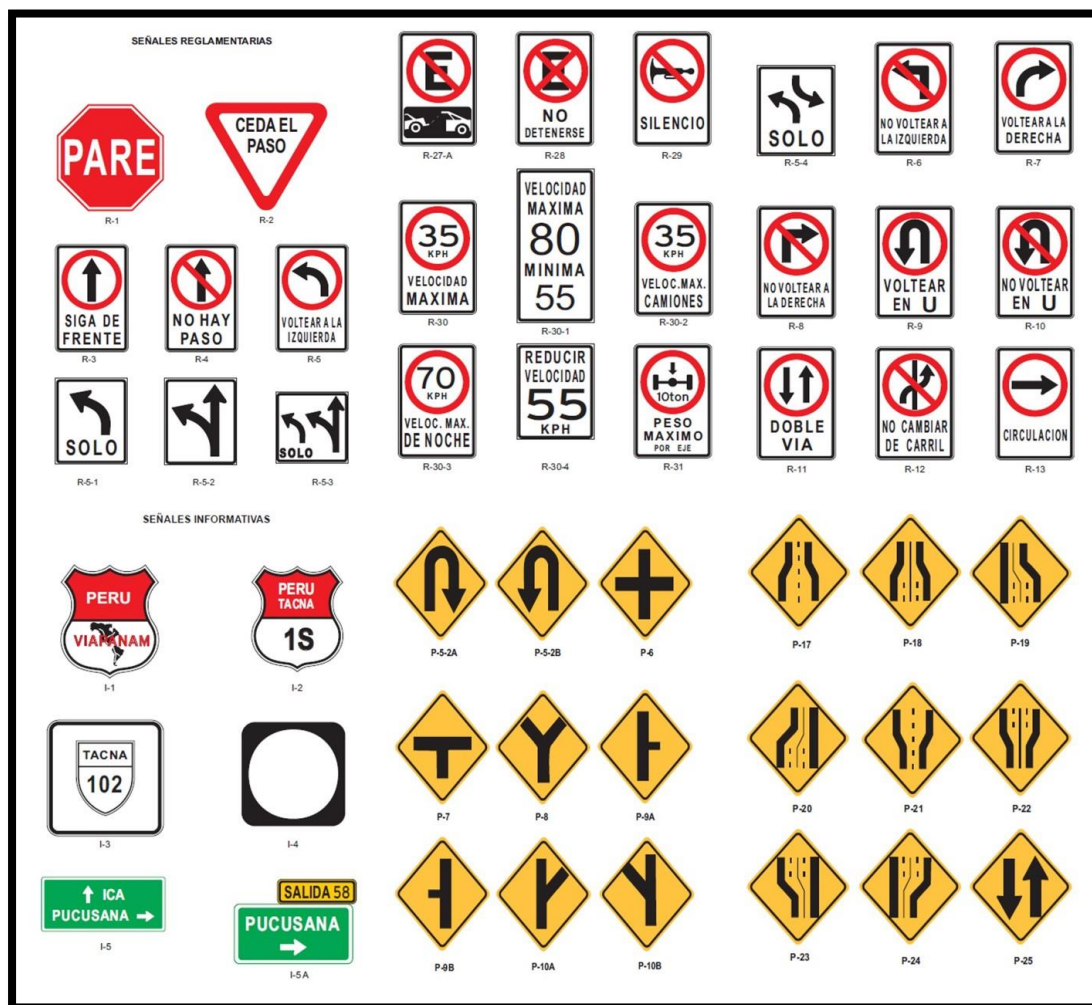
Para el tránsito seguro del peatón es recomendable que exista un tiempo muerto en la intersección aproximadamente de 5 segundos.

### 5.1.1.5. Señalización

Las señales que se proponen son las siguientes

- Señales de Reglamentación
- Señales de Prevención
- Señales de Información

Imagen N° 82: Señalización – Propuesta Bajo Costo



Fuente: Elaboración Propia

Mediante una adecuada señalización se evitan gran cantidad de accidentes, se informa al conductor y se mejora la transitabilidad vehicular si se respetan las mismas señales.



## 5.1.2. Resultados usando el Programa Synchro Studio 8.0

Al igual que el capítulo 4 se hará el Análisis de la solución a Bajo Costo tanto en la actualidad como proyectándonos al año 2020, esto mediante el programa SS8.

### 5.1.2.1. Actual

Inicialmente se hará un análisis del posible desempeño de la solución a bajo costo en la actualidad, para esto se usarán los datos de la siguiente tabla de aforo vehicular, recordando que el programa solo permite la modelación mediante Autos Directamente Equivalentes (ADE) o Unidad Coche Patrón.

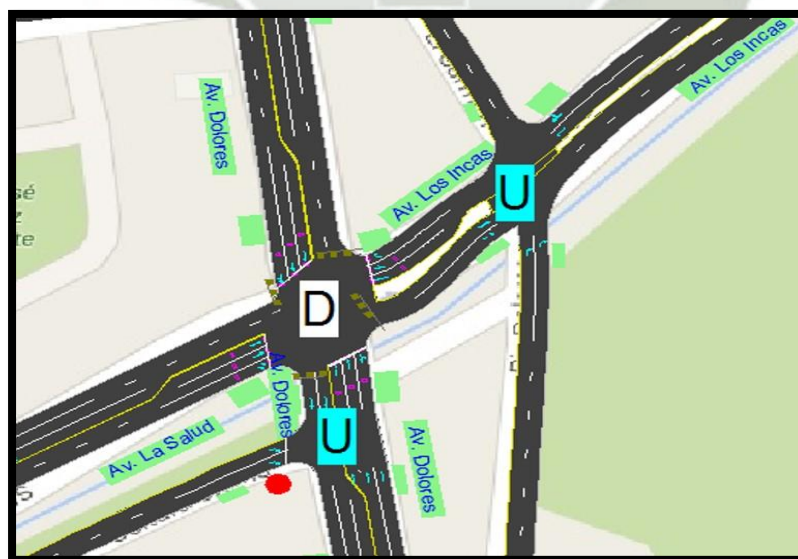
Tabla N° 30: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0 - ACTUAL

ADE PARA SYNCHRO STUDIO 8.0						
Ubicación		Izq	Def	Der	U	SUMA
Intersección 1	Av. Los Incas	490	864	4	14	1372
	Av. Dolores (Cercado)	390	1420	153	12	1975
	Av. La Salud	132	1207	85	6	1430
	Av. Dolores (JLBR)	181	1268	119	6	1574
Intersección 2	Av. Cultura Chimú	124	-	112	-	236
	Av. Dolores (JLBR) Previa	58	1448	-	-	1506
Intersección 3	Pasaje Dolores	88	112	156	-	356
	Pasaje El Carmen	-	1270	178	-	1448

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la metodología se muestra el Nivel de Servicio del Ovalo Los Incas.

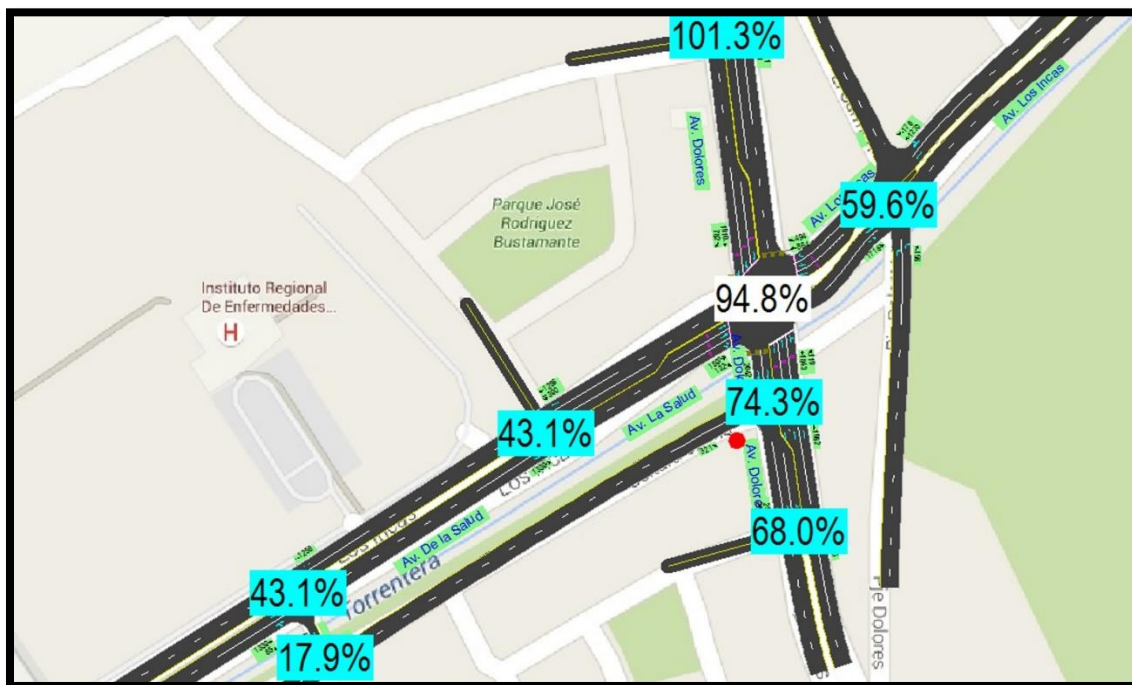
Imagen N° 83: Nivel de Servicio – Propuesta Bajo Costo (2015)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra la **Capacidad de Funcionamiento de la Intersección**

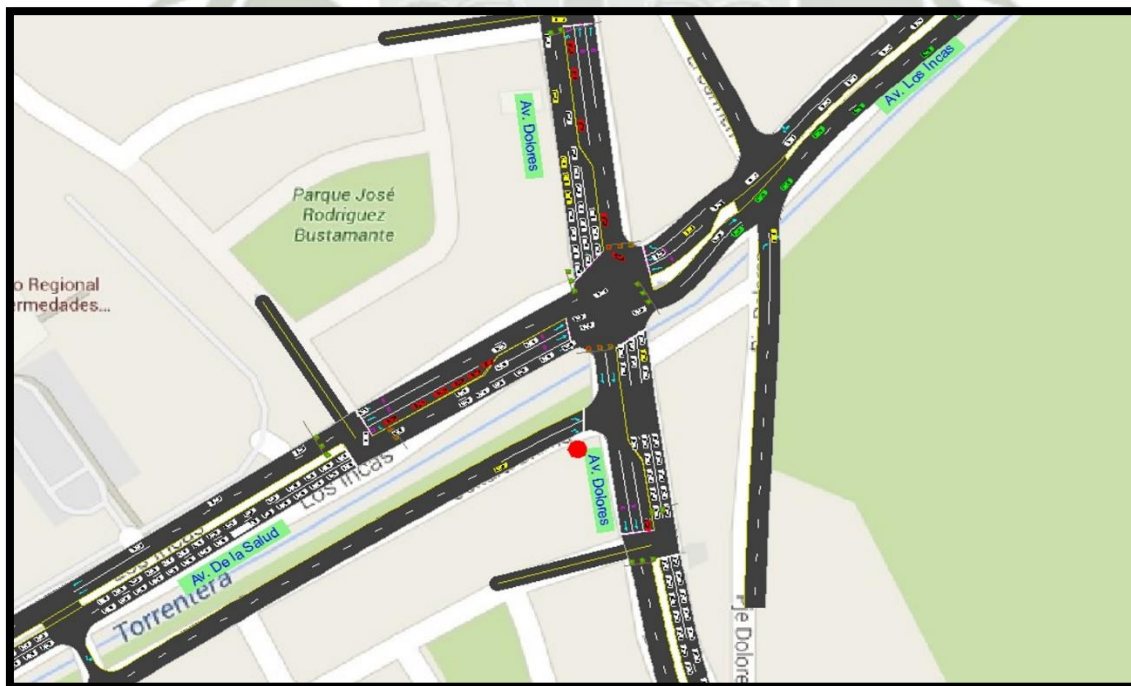
Imagen N° 84: ICU – Propuesta Bajo Costo (2015)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra el **Modelamiento Virtual** de la intersección.

Imagen N° 85: Modelamiento Virtual – Propuesta Bajo Costo (2015)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0



A continuación se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos para el Ovalo Los Incas.

Tabla N° 31: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2015)

<b>CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS</b>	
	<b>Ovalo Los Incas</b>
<b>Semaforización</b>	<i>SI</i>
<b>Ciclo Semafórico</b>	<i>100</i>
<b>Max V/C Ratio</b>	<i>1.08</i>
<b>Demora (s)</b>	<i>47.0</i>
<b>Nivel de Servicio (LOS)</b>	<i>D</i>
<b>ICU</b>	<i>95%</i>
<b>ICU LOS</b>	<i>F</i>

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se muestra un cuadro resumen de cada acceso al Ovalo Los Incas.

Tabla N° 32: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo C. (2015)

<b>ACTUAL</b>	<b>Av. Los Incas</b>	<b>Av. Dolores (C.)</b>	<b>Av. La Salud</b>	<b>Av. Dolores (J.)</b>
<b>Flujo de Saturación</b>	<i>3283</i>	<i>4770</i>	<i>4789</i>	<i>4847</i>
<b>Demora</b>	<i>43.6</i>	<i>48.2</i>	<i>79.1</i>	<i>17.2</i>
<b>Nivel de Servicio</b>	<i>D</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>B</i>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada intersección.

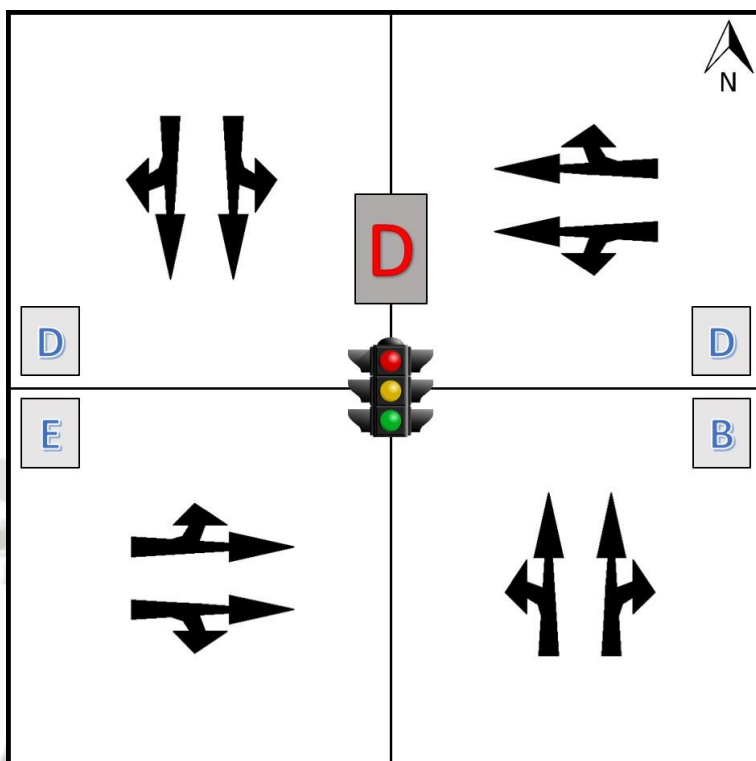
Tabla N° 33: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Bajo Costo (2015)

<b>ACTUAL</b>	<b>Descripción</b>	<b>ICU</b>	<b>ICU LOS</b>
<b>Intersección 1</b>	<i>Ovalo Los Incas</i>	<i>95%</i>	<i>F</i>
<b>Intersección 2</b>	<i>Psje. Dolores – Av. Los Incas</i>	<i>60%</i>	<i>B</i>
<b>Intersección 3</b>	<i>Av. Dolores – Av. Cultura Chimú</i>	<i>74%</i>	<i>D</i>
<b>Intersección 4</b>	<i>Av. Dolores – Urb. Agricultura</i>	<i>68%</i>	<i>C</i>
<b>Intersección 5</b>	<i>Av. Dolores – Colegio de Economistas</i>	<i>101%</i>	<i>G</i>
<b>Intersección 6</b>	<i>Av. La Salud – Av. Francisco Mostajo</i>	<i>43%</i>	<i>A</i>
<b>Intersección 7</b>	<i>Av. La Salud – Puente a Urb. La Melgar</i>	<i>43%</i>	<i>A</i>
<b>Intersección 8</b>	<i>Av. Cultura Chimú – Urb. La Melgar</i>	<i>18%</i>	<i>A</i>

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la metodología HCM 2000 en la siguiente imagen se presenta el nivel de servicio de cada vía, así como, del “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 86: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2015)



Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 2000

El “Ovalo Los Incas” presenta una demora de 47 segundos, esto significa que tenemos un nivel de servicio categoría “D”.



### 5.1.2.2. Futuro

Luego de haber analizado el desempeño de la solución a bajo costo en la actualidad se hará el análisis de dicha solución proyectada al año 2020. Para la modelación se usarán los siguientes datos:

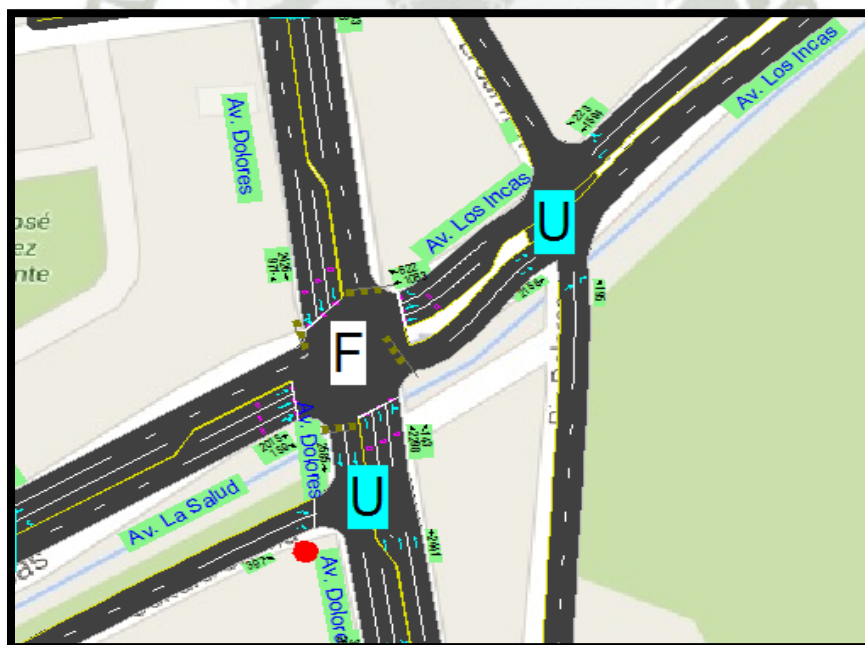
Tabla N° 34: Resultados ADE para synchro studio 8.0 – PROYECTADO

ADE PARA SYNCHRO STUDIO 8.0 - PROYECTADO						
Ubicación		Izq	Def	Der	U	SUMA
Intersección 1	Av. Los Incas	617	1083	5	14	1719
	Av. Dolores (Cercado)	496	1809	184	12	2501
	Av. La Salud	159	1519	95	6	1779
	Av. Dolores (JLBR)	215	1584	143	6	1948
Intersección 2	Av. Cultura Chimú	158	-	144	-	302
	Av. Dolores (JLBR) Previa	76	1797	-	-	1873
Intersección 3	Pasaje Dolores	111	140	195	-	446
	Pasaje El Carmen	-	1594	223	-	1817

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la metodología se muestra el Nivel de Servicio del Ovalo Los Incas.

Imagen N° 87: Nivel de Servicio – Propuesta Bajo Costo (2020)

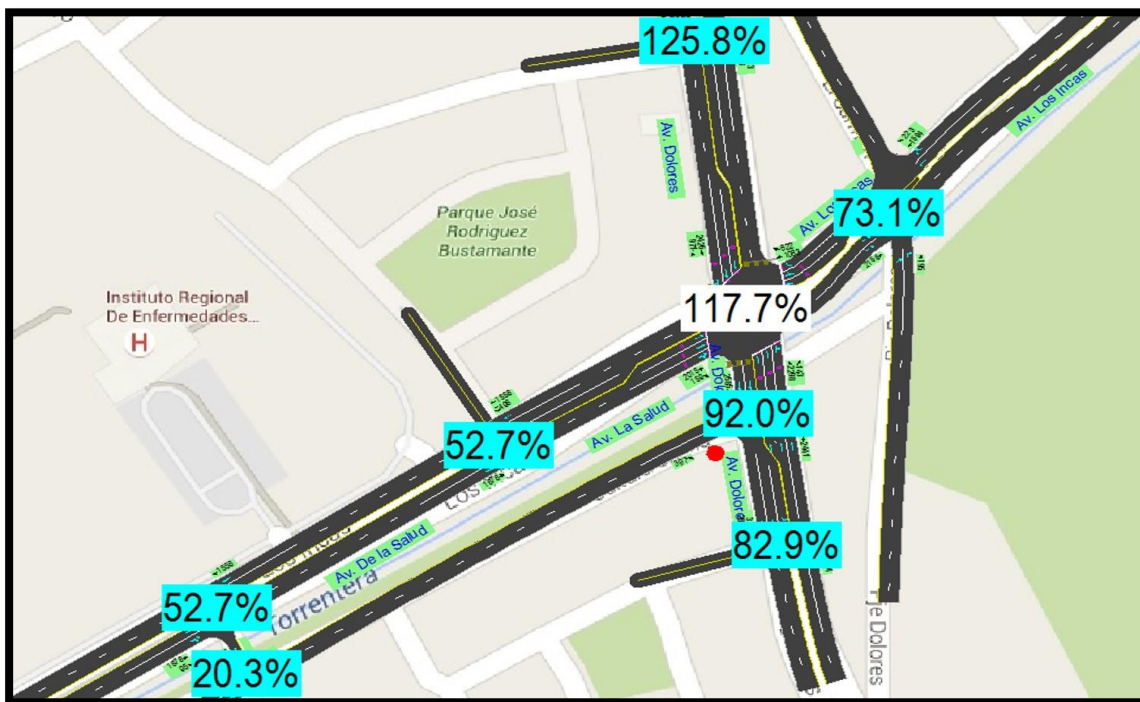


Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

Como se puede apreciar en la imagen el crecimiento del parque automotor generaría un Nivel de Servicio F en el Ovalo Los Incas.

A continuación se muestra la **Capacidad de Funcionamiento de la Intersección**

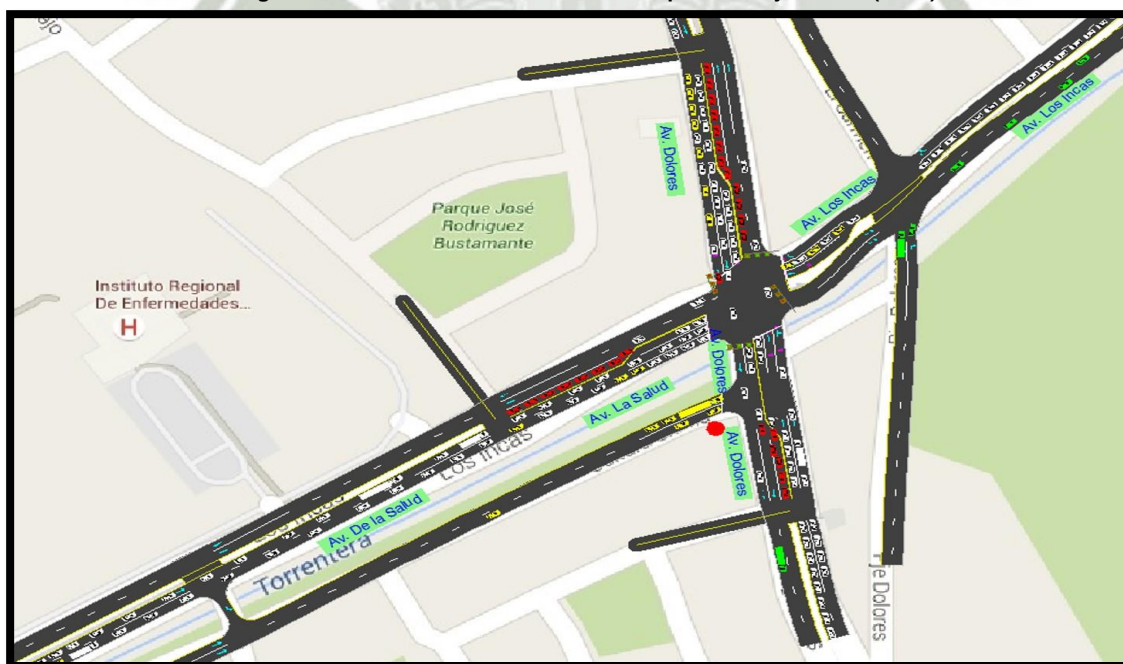
Imagen N° 88: ICU – Propuesta Bajo Costo (2020)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra el **Modelamiento Virtual** de la intersección.

Imagen N° 89: Modelamiento Virtual – Propuesta Bajo Costo (2020)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0



A continuación se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos para el Ovalo Los Incas.

Tabla N° 35: Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2020)

<b>CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS</b>	
<b>PROYECCION</b>	<b>Ovalo Los Incas</b>
<b>Semaforización</b>	<i>SI</i>
<b>Ciclo Semafórico</b>	<i>100</i>
<b>Max V/C Ratio</b>	<i>1.36</i>
<b>Demora (s)</b>	<i>127.9</i>
<b>Nivel de Servicio (LOS)</b>	<i>F</i>
<b>ICU</b>	<i>117.7%</i>
<b>ICU LOS</b>	<i>H</i>

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se muestra un cuadro resumen de cada acceso al Ovalo Los Incas.

Tabla N° 36: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo C. (2020)

<b>ACTUAL</b>	<b>Av. Los Incas</b>	<b>Av. Dolores (C.)</b>	<b>Av. La Salud</b>	<b>Av. Dolores (J.)</b>
<b>Flujo de Saturación</b>	<i>3283</i>	<i>4775</i>	<i>4789</i>	<i>4847</i>
<b>Demora</b>	<i>108.1</i>	<i>165.1</i>	<i>196.7</i>	<i>26.2</i>
<b>Nivel de Servicio</b>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>C</i>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada intersección.

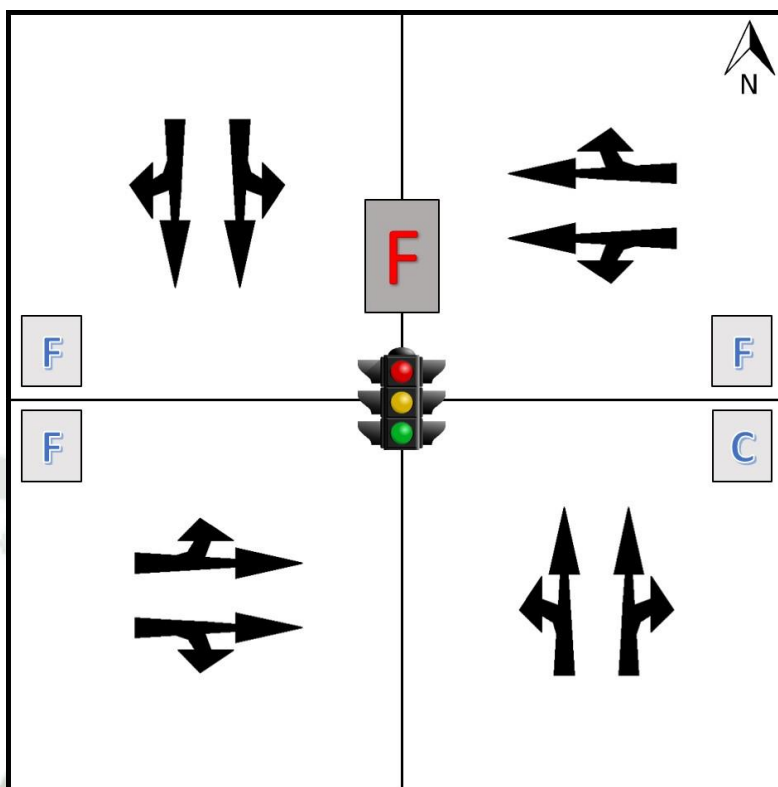
Tabla N° 37: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Bajo Costo (2020)

<b>ACTUAL</b>	<b>Descripción</b>	<b>ICU</b>	<b>ICU LOS</b>
<b>Intersección 1</b>	<i>Ovalo Los Incas</i>	<i>117.7%</i>	<i>H</i>
<b>Intersección 2</b>	<i>Psje. Dolores – Av. Los Incas</i>	<i>73.1%</i>	<i>D</i>
<b>Intersección 3</b>	<i>Av. Dolores – Av. Cultura Chimú</i>	<i>92.0%</i>	<i>F</i>
<b>Intersección 4</b>	<i>Av. Dolores – Urb. Agricultura</i>	<i>82.9%</i>	<i>E</i>
<b>Intersección 5</b>	<i>Av. Dolores – Colegio de Economistas</i>	<i>125.8%</i>	<i>H</i>
<b>Intersección 6</b>	<i>Av. La Salud – Av. Francisco Mostajo</i>	<i>52.7%</i>	<i>A</i>
<b>Intersección 7</b>	<i>Av. La Salud – Puente a Urb. La Melgar</i>	<i>52.7%</i>	<i>A</i>
<b>Intersección 8</b>	<i>Av. Cultura Chimú – Urb. La Melgar</i>	<i>20.3%</i>	<i>A</i>

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la metodología HCM 2000 en la siguiente imagen se presenta el nivel de servicio de cada vía, así como, del “Ovalo Los Incas”

Imagen N° 90: Nivel De Servicio De La Intersección Ovalo Los Incas – Propuesta Bajo Costo (2020)



Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 2000

El “Ovalo Los Incas” presenta una demora de 127.9 segundos, esto significa que tenemos un nivel de servicio categoría “F”.

Luego de haber concluido el análisis de la propuesta de solución a **Bajo Costo** pasamos a desarrollar la propuesta de solución a **Alto Costo**, para finalmente hacer una comparación entre la situación Actual, Futura y las soluciones propuestas.



## 5.2. Propuesta de Solución a Alto Costo

Luego de haber analizado la situación Actual (2015), Futura (2020) y haber planteado una primera propuesta de solución a Bajo Costo podemos concluir la necesidad de plantear una segunda propuesta de solución pero esta de mayor envergadura o de Alto Costo, la cual sea desarrollada en un periodo no mayor a 1 año y tenga una vida útil mayor a la de bajo costo.

La propuesta a Alto Costo es un Intercambio Vial, el cual se desarrolla a continuación:

### 5.2.1. Desarrollo de Propuesta

#### 5.2.1.1. Primer Nivel

Como se menciona en el Plan de Desarrollo Metropolitano Arequipa 2016 – 2025 la Av. Los Incas forma parte del segundo **Anillo Vial** por tanto se plantea una vía rápida que conecte el “Intercambio Vial Lambramani” (ESTE) con el “Intercambio Vial La Salud” (OESTE).

Esta vía rápida cuenta con 3 Tramos:

##### Tramo Avenida Los Incas

- Ubicación: Este
- Pendiente: 8%
- Distancia deprimida: 50.00

##### Tramo Central

- Pendiente: 2%
- Distancia: 240.00m

##### Tramo Avenida La Salud

- Ubicación: Oeste
- Pendiente: 10%
- Distancia deprimida: 50.00m

A lo largo del primer Nivel se cuenta con dos vías con los siguientes sentidos

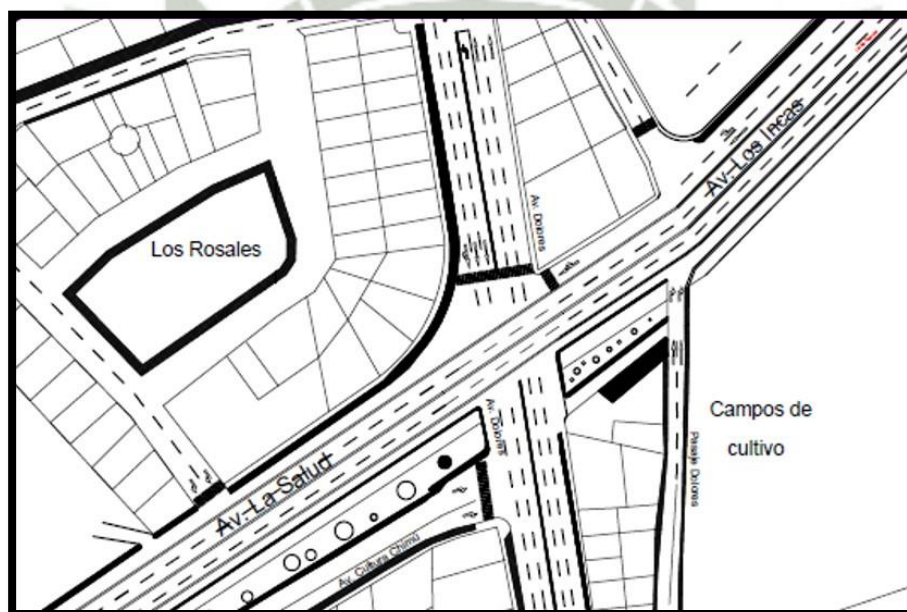
- Este – Oeste: Av. Los Incas hacia Av. La Salud (2 Carriles)
- Oeste – Este: Av. La Salud hacia Av. Los Incas (2 Carriles)

Cada carril tiene una sección de 3.60 m y una berma central de 0.60 m de ancho la cual separará las dos vías.

Esta vía rápida tendrá una extensión de 340.00 m de largo y un paso desnivel de 6.00 m por debajo del nivel superior.

A continuación se muestra la vista en planta del primer nivel en el Intercambio vial.

Imagen N° 91: Primer Nivel Intercambio Vial (PLANO N°25)



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.1.2. Segundo Nivel

El segundo Nivel cuenta con dos vías con los siguientes sentidos

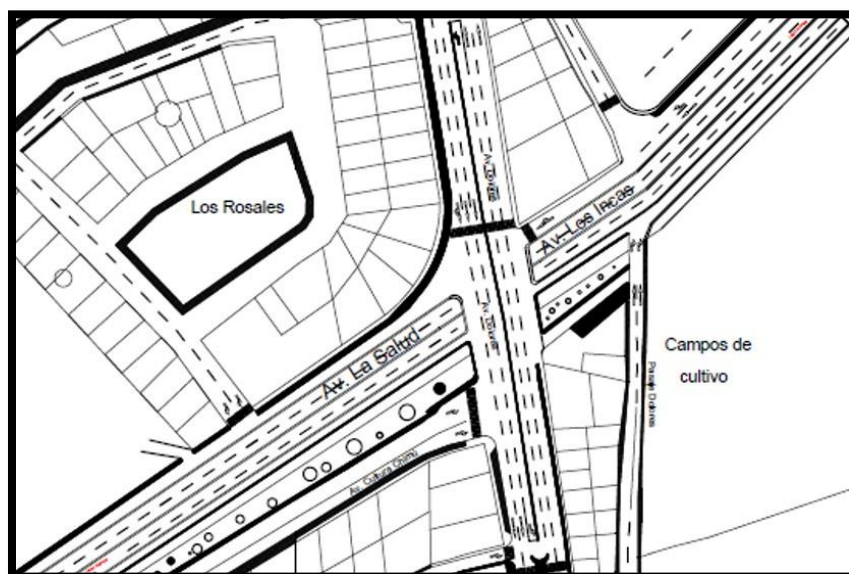
- Norte – Sur: Av. Dolores (Cercado) hacia Av. Dolores (JLBR).
- Sur – Norte: Av. Dolores (JLBR) hacia Av. Dolores (Cercado).

Cada carril tiene una sección de 3.80 m y una berma central de 0.60 m de ancho la cual separará las dos vías.



A continuación se muestra la vista en planta del segundo nivel en el Intercambio V.

Imagen N° 92: Segundo Nivel Intercambio Vial (PLANO N°26)



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el plano N°26, en el segundo nivel además de las vías Norte – Sur en la Av. Dolores, se plantea dos vías paralelas al Sur y Norte de la Av. Los Incas las cuales son de un carril y sirven de conexión al primer Nivel con la vía rápida.

### 5.2.1.3. Diseño Geométrico: Bahías

Tomando en cuenta el gran desempeño de las Bahías planteadas en la solución a alto costo se propone mantener las mismas ubicadas en la Av. Dolores (Sur y Norte)

### 5.2.1.4. Semaforización

En este caso la semaforización solo se utilizará en las intersecciones donde están ubicadas las bahías en Av. Dolores (Cercado) y Av. Dolores (JLBR.).

Tabla N° 38: Temporización de Semáforo en Bahías

PROPUESTA ALTO COSTO		CICLO DE SEMAFORIZACIÓN				
Fase A	Av. Dolores J. (U)	53	5	19	3	
Fase B	Av. Dolores C.(DF)	50	3	5	22	
Fase C	Av. Dolores J. (U)	48	5	16	3	
Fase D	Av. Dolores C.(DF)	45	3	5	19	

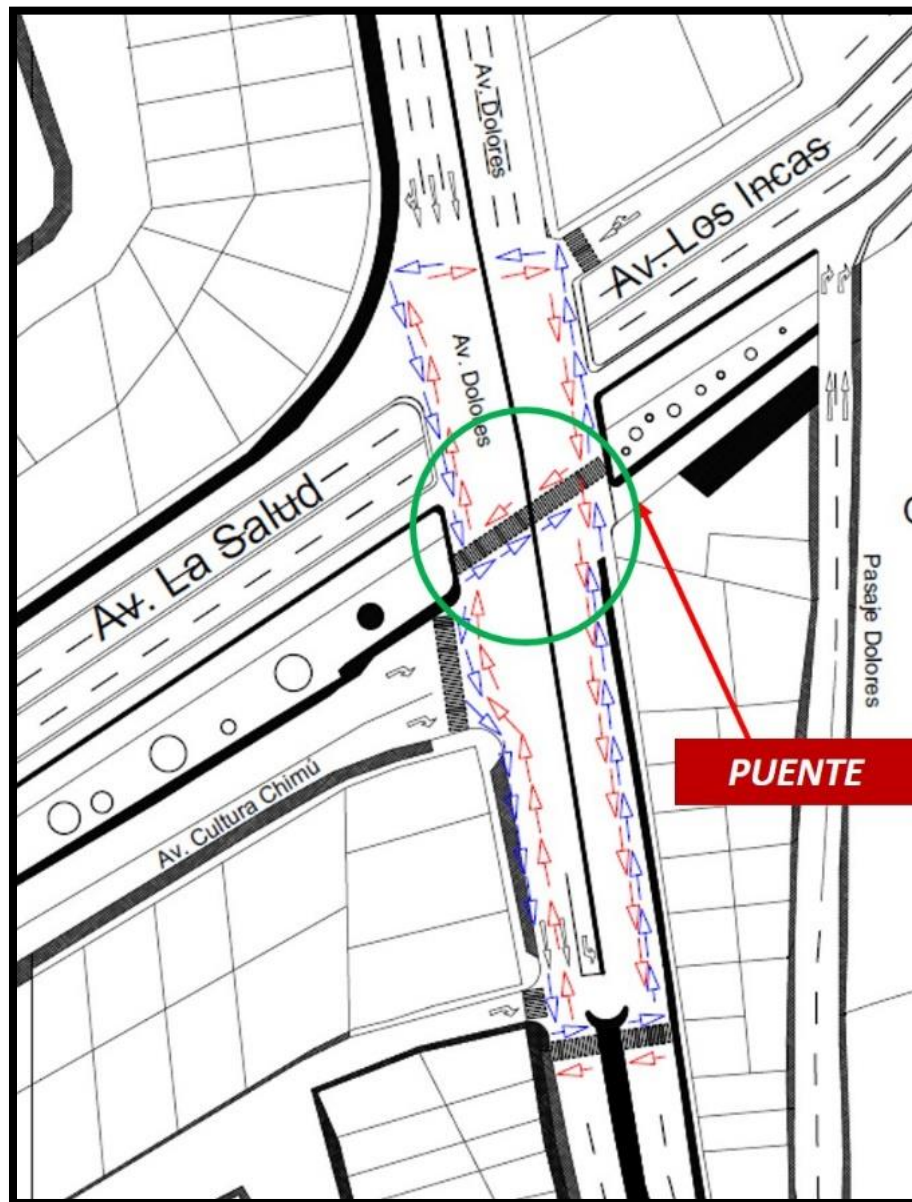
Fuente: Elaboración mediante Synchro Studio 8.0

### 5.2.1.5. Peatonalización

La ruta de circulación peatonal de esta propuesta es muy parecida a la anterior más la adición de un puente ubicado en el ingreso a la

A continuación se muestra la ruta de circulación peatonal propuesta mediante la solución a Alto costo. (Plano N°22)

Imagen N° 93: Ruta Circulación Peatonal – Propuesta Alto Costo



Fuente: Elaboración propia

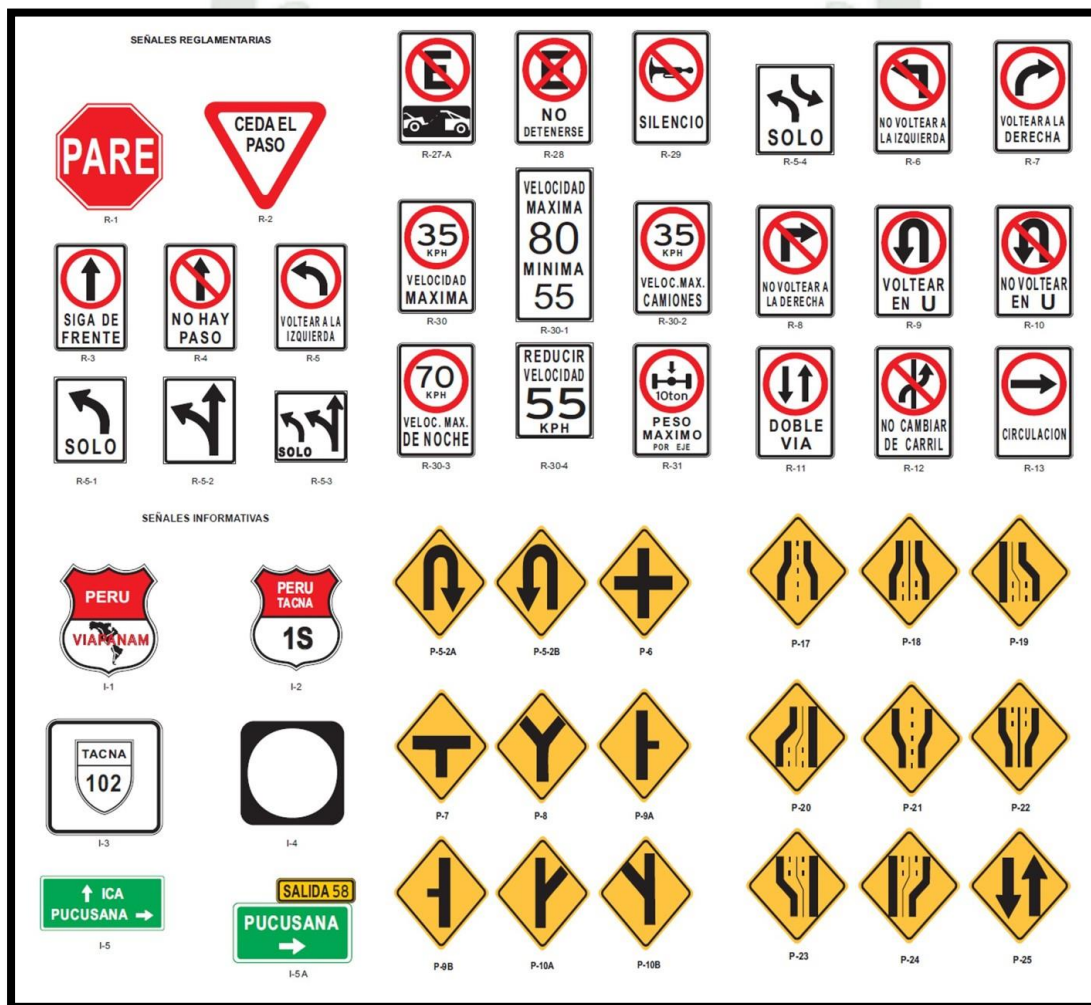


### 5.2.1.6. Señalización

Así como en la anterior solución a bajo costo se requiere plantear las siguientes señales:

- Señales de Reglamentación
- Señales de Prevención
- Señales de Información

Imagen N° 94: Señalización – Propuesta Alto Costo



Fuente: Elaboración Propia

Mediante una adecuada señalización se evitan gran cantidad de accidentes, se informa al conductor y se mejora la transitabilidad vehicular si se respetan las mismas señales.

## 5.2.2. Resultados usando el Programa Synchro Studio 8.0

Siguiendo la metodología usada en los capítulos anteriores ahora se muestra el análisis de la Solución a Alto Costo mediante el programa Synchro Studio 8.0.

### 5.2.2.1. Actual

A continuación se hará un análisis del posible desempeño de la solución a **Alto Costo** en la actualidad, para esto se usarán los datos de la siguiente tabla de aforo vehicular, recordando que el programa solo permite la modelación mediante Autos Directamente Equivalentes (ADE) o Unidad Coche Patrón.

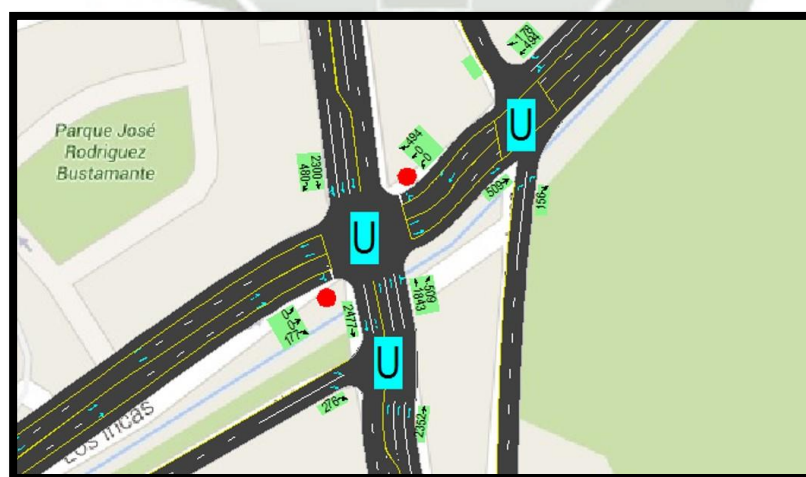
Tabla N° 39: Resultados ADE para Synchro Studio 8.0 - ACTUAL

ADE PARA SYNCHRO STUDIO 8.0						
Ubicación		Izq	Def	Der	U	SUMA
Intersección 1	Av. Los Incas	490	864	4	14	1372
	Av. Dolores (Cercado)	390	1420	153	12	1975
	Av. La Salud	132	1207	85	6	1430
	Av. Dolores (JLBR)	181	1268	119	6	1574
Intersección 2	Av. Cultura Chimú	124	-	112	-	236
	Av. Dolores (JLBR) Previa	58	1448	-	-	1506
Intersección 3	Pasaje Dolores	88	112	156	-	356
	Pasaje El Carmen	-	1270	178	-	1448

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo la metodología se muestra el Nivel de Servicio del Ovalo Los Incas.

Imagen N° 95: Nivel de Servicio – Propuesta Alto Costo (2015)

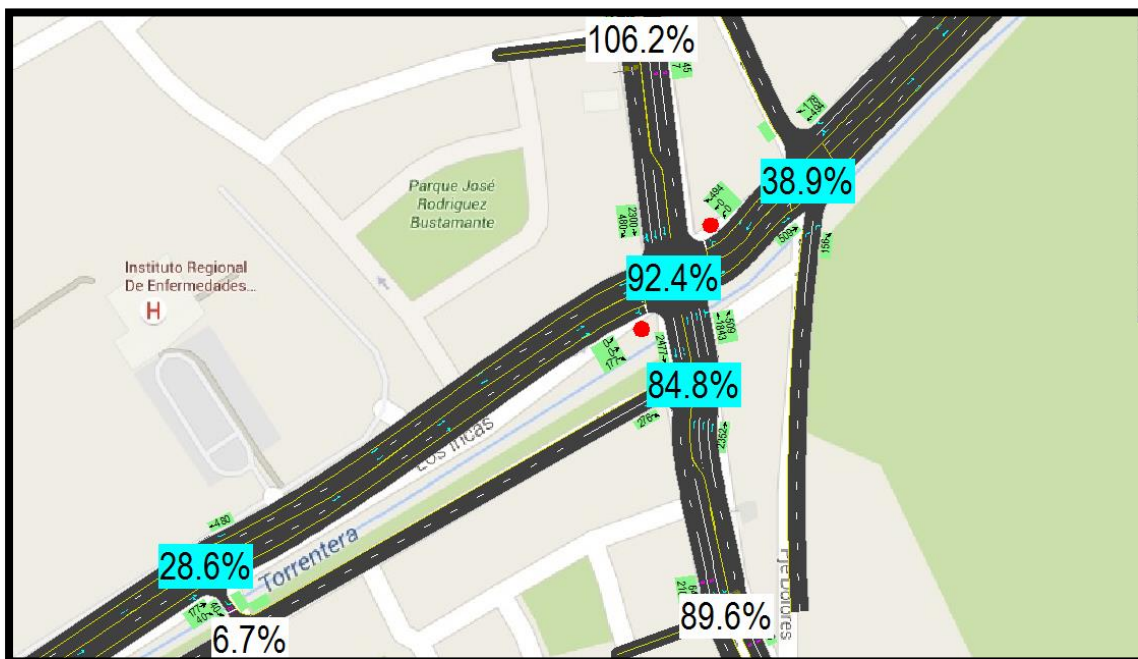


Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra la **Capacidad de Funcionamiento de la Intersección**



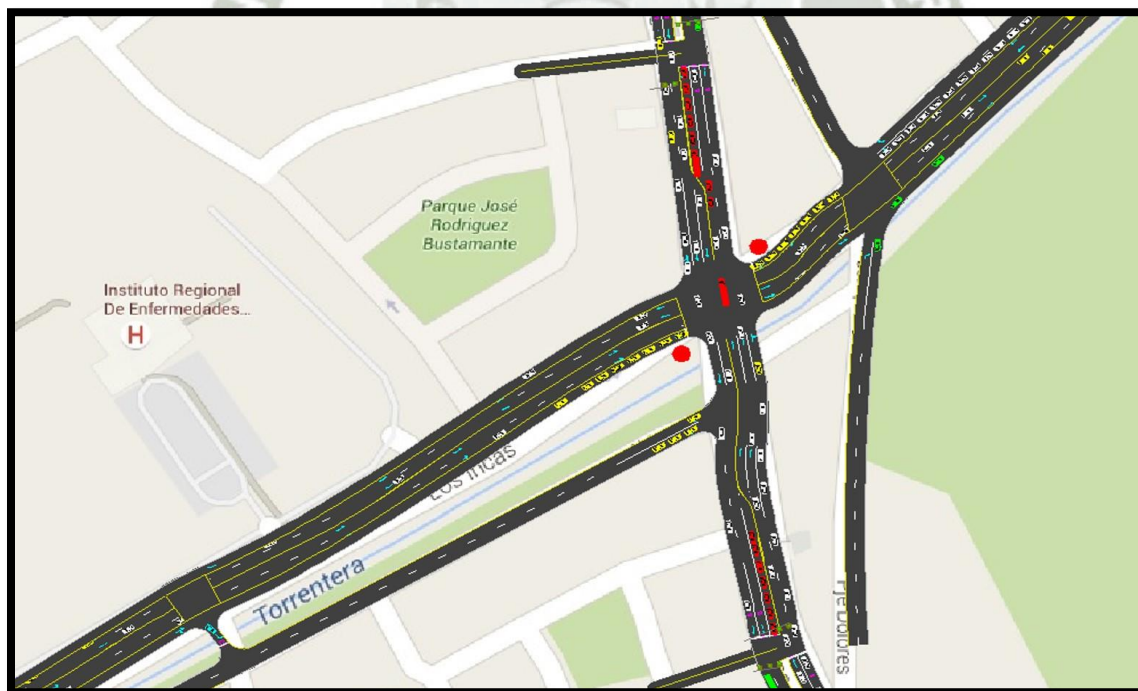
Imagen N° 96: ICU – Propuesta Alto Costo (2015)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra el **Modelamiento Virtual** de la intersección.

Imagen N° 97: Modelamiento Virtual – Propuesta Alto Costo (2015)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos para el Ovalo Los Incas.

Tabla N° 40: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Alto Costo (2015)

<b>CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS</b>	
	<b>Ovalo Los Incas</b>
<b>Semaforización</b>	NO
<b>Ciclo Semafórico</b>	-
<b>Max V/C Ratio</b>	0.75
<b>Demora (s)</b>	2.4
<b>Nivel de Servicio (LOS)</b>	A
<b>ICU</b>	92%
<b>ICU LOS</b>	F

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se muestra un cuadro resumen de cada acceso al Ovalo Los Incas.

Tabla N° 41: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Alto C. (2015)

<b>ACTUAL</b>	<b>Av. Los Incas</b>	<b>Av. Dolores (C.)</b>	<b>Av. La Salud</b>	<b>Av. Dolores (J.)</b>
<b>Flujo de Saturación</b>	1611	4953	1611	4923
<b>V/C Ratio</b>	0.75	0.60	0.33	0.56
<b>Demora</b>	23.6	-	14.3	-
<b>Nivel de Servicio</b>	C	A	B	A

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada intersección.

Tabla N° 42: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Alto Costo (2015)

<b>ACTUAL</b>	<b>Descripción</b>	<b>ICU</b>	<b>ICU LOS</b>
<b>Intersección 1</b>	<b>Ovalo Los Incas</b>	93%	F
<b>Intersección 2</b>	<b>Psje. Dolores – Av. Los Incas</b>	39%	A
<b>Intersección 3</b>	<b>Av. Dolores – Av. Cultura Chimú</b>	85%	E
<b>Intersección 4</b>	<b>Av. Dolores – Urb. Agricultura</b>	90%	E
<b>Intersección 5</b>	<b>Av. Dolores – Colegio de Economistas</b>	106%	G
<b>Intersección 6</b>	<b>Av. La Salud – Puente a Urb. La Melgar</b>	29%	A
<b>Intersección 7</b>	<b>Av. Cultura Chimú – Urb. La Melgar</b>	7%	A

Fuente: Elaboración Propia



### 5.2.2.2. Futuro

Luego de haber analizado el desempeño de la solución a Alto Costo en la actualidad se hará el análisis de dicha solución proyectada al año 2020. Para la modelación se usarán los siguientes datos:

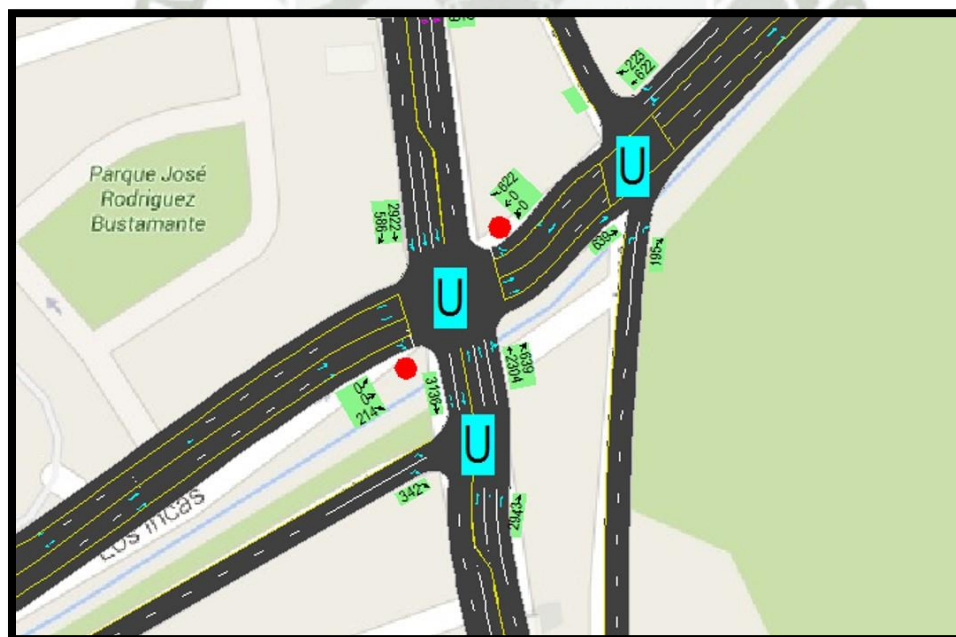
**Tabla N° 43: Resultados ADE para synrho studio 8.0 – PROYECTADO**

ADE PARA SYNCHRO STUDIO 8.0 - PROYECTADO						
Ubicación		Izq	Def	Der	U	SUMA
Intersección 1	Av. Los Incas	617	1083	5	14	1719
	Av. Dolores (Cercado)	496	1809	184	12	2501
	Av. La Salud	159	1519	95	6	1779
	Av. Dolores (JLBR)	215	1584	143	6	1948
Intersección 2	Av. Cultura Chimú	158	-	144	-	302
	Av. Dolores (JLBR) Previa	76	1797	-	-	1873
Intersección 3	Pasaje Dolores	111	140	195	-	446
	Pasaje El Carmen	-	1594	223	-	1817

**Fuente: Elaboración Propia**

Siguiendo la metodología se muestra el Nivel de Servicio del Ovalo Los Incas.

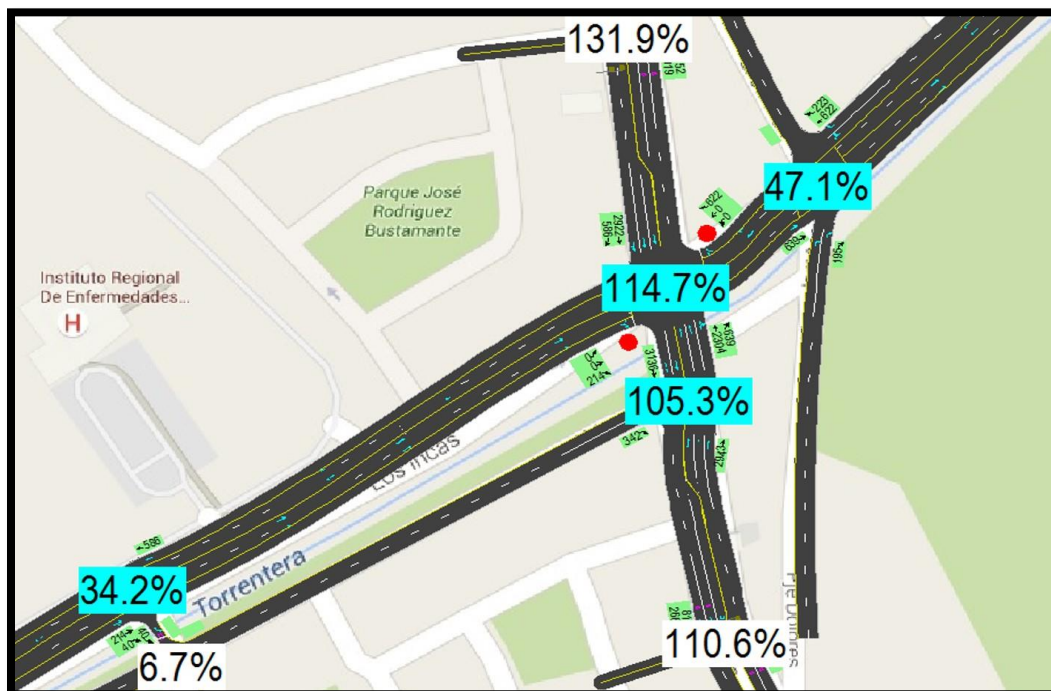
**Imagen N° 98: Nivel de Servicio – Propuesta Alto Costo (2020)**



**Fuente:** Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra la **Capacidad de Funcionamiento de la Intersección**

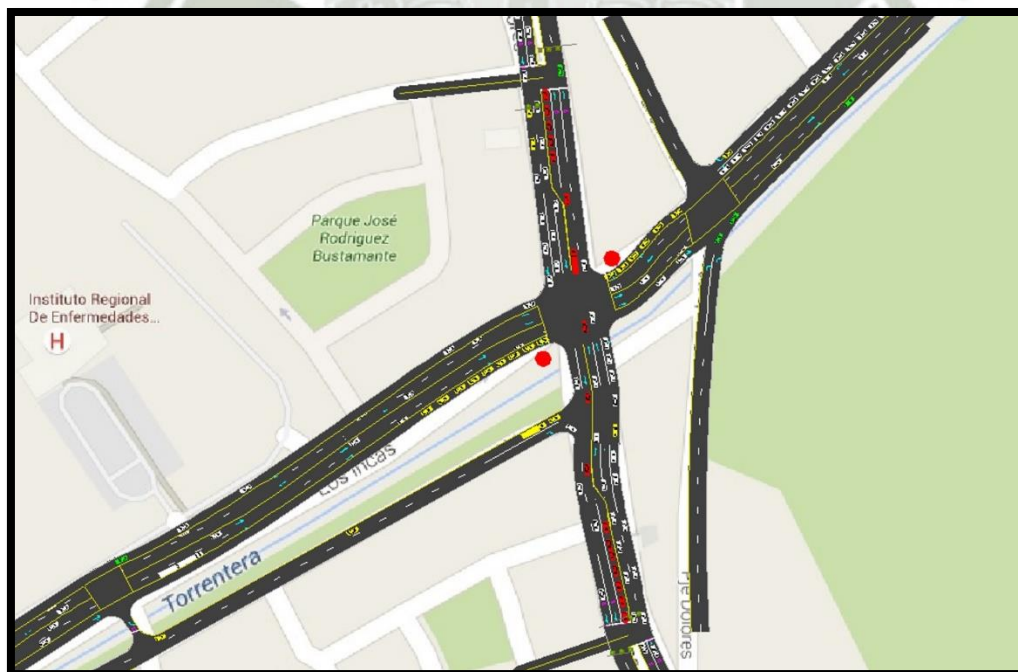
Imagen N° 99: ICU – Propuesta Alto Costo (2020)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0

A continuación se muestra el **Modelamiento Virtual** de la intersección.

Imagen N° 100: Modelamiento Virtual – Propuesta Alto Costo (2020)



Fuente: Elaboración propia modelada en Synchro Studio 8.0



Tabla N° 44: Cuadro Resumen de datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Propuesta Alto Costo (2020)

<b>CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS</b>	
	<b>Ovalo Los Incas</b>
<b>Semaforización</b>	<i>NO</i>
<b>Ciclo Semafórico</b>	<i>-</i>
<b>Max V/C Ratio</b>	<i>1.17</i>
<b>Demora (s)</b>	<i>10.5</i>
<b>Nivel de Servicio (LOS)</b>	<i>B</i>
<b>ICU</b>	<i>115%</i>
<b>ICU LOS</b>	<i>H</i>

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se muestra un cuadro resumen de cada acceso al Ovalo Los Incas.

Tabla N° 45: Resumen de datos obtenidos en Accesos al Ovalo Los Incas – Propuesta Alto C. (2020)

<b>ACTUAL</b>	<b>Av. Los Incas</b>	<b>Av. Dolores (C.)</b>	<b>Av. La Salud</b>	<b>Av. Dolores (J.)</b>
<b>Flujo de Saturación</b>	<i>1611</i>	<i>4958</i>	<i>1611</i>	<i>4917</i>
<b>V/C Ratio</b>	<i>1.17</i>	<i>0.75</i>	<i>0.45</i>	<i>0.70</i>
<b>Demora</b>	<i>117.4</i>	<i>F.L.</i>	<i>17.3</i>	<i>F.L.</i>
<b>Nivel de Servicio</b>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>A</i>

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada intersección.

Tabla N° 46: Resumen de ICU obtenidos en Intersecciones – Propuesta Alto Costo (2020)

<b>ACTUAL</b>	<b>Descripción</b>	<b>ICU</b>	<b>ICU LOS</b>
<b>Intersección 1</b>	<i>Ovalo Los Incas</i>	<i>115%</i>	<i>H</i>
<b>Intersección 2</b>	<i>Psje. Dolores – Av. Los Incas</i>	<i>47%</i>	<i>A</i>
<b>Intersección 3</b>	<i>Av. Dolores – Av. Cultura Chimú</i>	<i>105%</i>	<i>G</i>
<b>Intersección 4</b>	<i>Av. Dolores – Urb. Agricultura</i>	<i>111%</i>	<i>H</i>
<b>Intersección 5</b>	<i>Av. Dolores – Colegio de Economistas</i>	<i>132%</i>	<i>H</i>
<b>Intersección 6</b>	<i>Av. La Salud – Puente a Urb. La Melgar</i>	<i>34%</i>	<i>A</i>
<b>Intersección 7</b>	<i>Av. Cultura Chimú – Urb. La Melgar</i>	<i>7%</i>	<i>A</i>

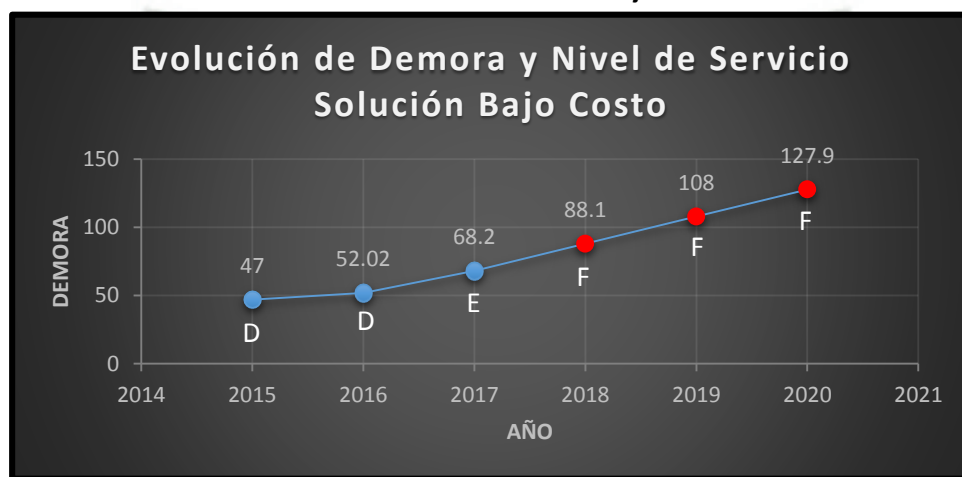
Fuente: Elaboración Propia

### 5.3. Comparación y Variación en Resultados.

Luego de haber obtenido los resultados de la situación tanto actual como futura, con una propuesta de solución a bajo costo y alto costo pasamos a analizar e interpretar dichos resultados.

La solución a Bajo Costo planteada tiene una vida útil de 3 años la cual evoluciona de la siguiente manera:

Gráfico N° 3: Evolución Solución Bajo Costo



Fuente: Elaboración Propia

Si bien el Nivel de Servicio en 3 años es “F”, haciendo un análisis comparativo de la situación actual, futura y de las soluciones nos permite hacer una interpretación distinta respecto a las demoras. A continuación se muestra la comparación de los datos obtenidos de la intersección en cada situación planteada:

Tabla N° 47: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas

CUADRO RESUMEN DATOS OBTENIDOS – OVALO LOS INCAS						
Ovalo Los Incas	BÁSICO		S. BAJO COSTO		S. ALTO COSTO	
	2015	2020	2015	2018	2015	2020
Semaforización	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Ciclo Semafórico	137	137	100	100	-	-
Max V/C Ratio	2.05	2.55	1.08	1.25	0.75	1.17
Demora (s)	433.7	622.2	47.0	88.1	2.4	10.5
Nivel de Servicio (LOS)	F	F	D	F	A	B
ICU	191%	235.8%	95%	101.7%	92%	115%
ICU LOS	H	H	F	H	F	H

Fuente: Elaboración Propia



A continuación se muestra los distintos tipos de flujo de saturación obtenidos en cada una de las situaciones planteadas.

Tabla N° 48: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas

COMPARACIÓN - FLUJO DE SATURACIÓN					
DATO	SITUACIÓN	Av. Los Incas	Av. Dolores (C.)	Av. La Salud	Av. Dolores (J.)
<b>Flujo de Saturación</b>	2015	1752	2049	1846	1897
	2020	1750	2049	1843	1963
	2015 (BC)	3283	4770	4789	4847
	2020 (BC)	3283	4775	4789	4847
	2015 (AC)	1611	4953	1611	4923
	2020 (AC)	1611	4958	1611	4917

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra la variación de la demora a través de las situaciones planteadas.

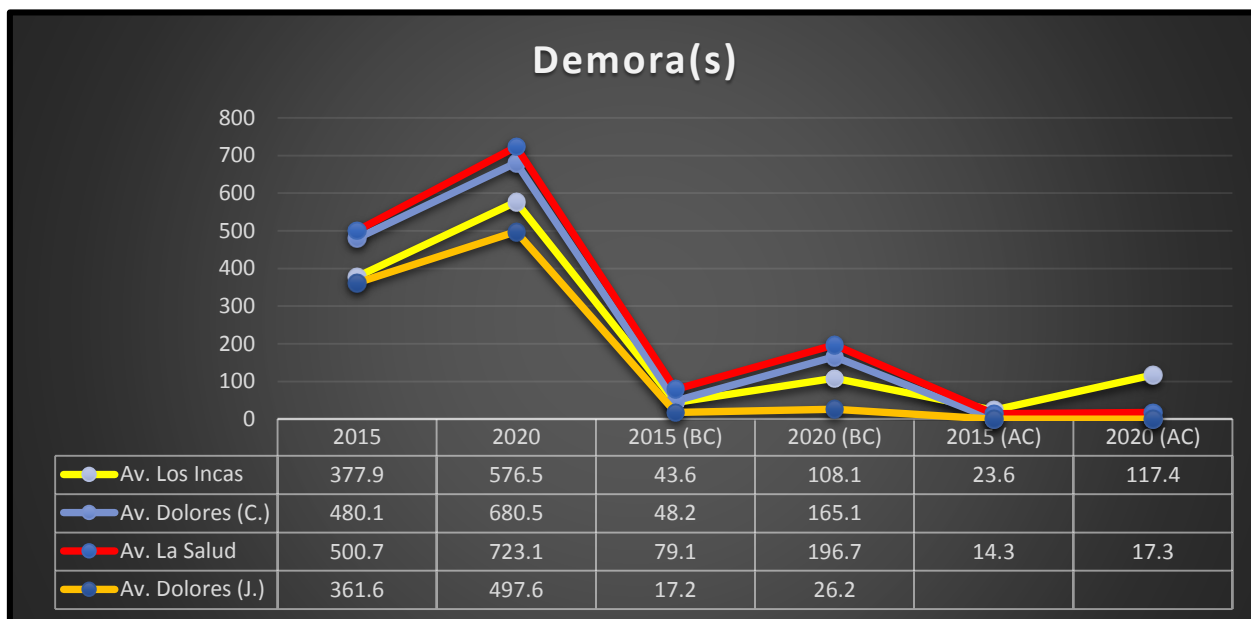
Tabla N° 49: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas - Demora

COMPARACIÓN - DEMORA						
DATO	SITUACIÓN	Av. Los Incas	Av. Dolores (C.)	Av. La Salud	Av. Dolores (J.)	Intersección
<b>Demora</b>	2015	377.9	480.1	500.7	361.6	430.1
	2020	576.5	680.5	723.1	497.6	619.4
	2015 (BC)	43.6	48.2	79.1	17.2	47.0
	2020 (BC)	108.1	165.1	196.7	26.2	124.0
	2015 (AC)	23.6	FL.	14.3	FL.	-
	2020 (AC)	117.4	FL.	17.3	FL.	-

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra la variación de las demoras mediante un gráfico comparativo.

Gráfico N° 4: Comparación - Demora



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos apreciar en el gráfico anterior, las soluciones planteadas generan una gran disminución en la demora o tiempo que tarda un vehículo en transitar por la intersección “Los Incas”.

En los dos últimos recuadros de la Av. Dolores (Cercado y JLBR.) se ve un espacio vacío, esto se da porque dicha avenida o acceso adquiere la condición de flujo libre.

Mediante las demoras mostradas en la tabla y gráfica anterior, se muestra los Niveles de Servicio de cada Acceso al Ovalo Los Incas en cada una de las situaciones planteadas.

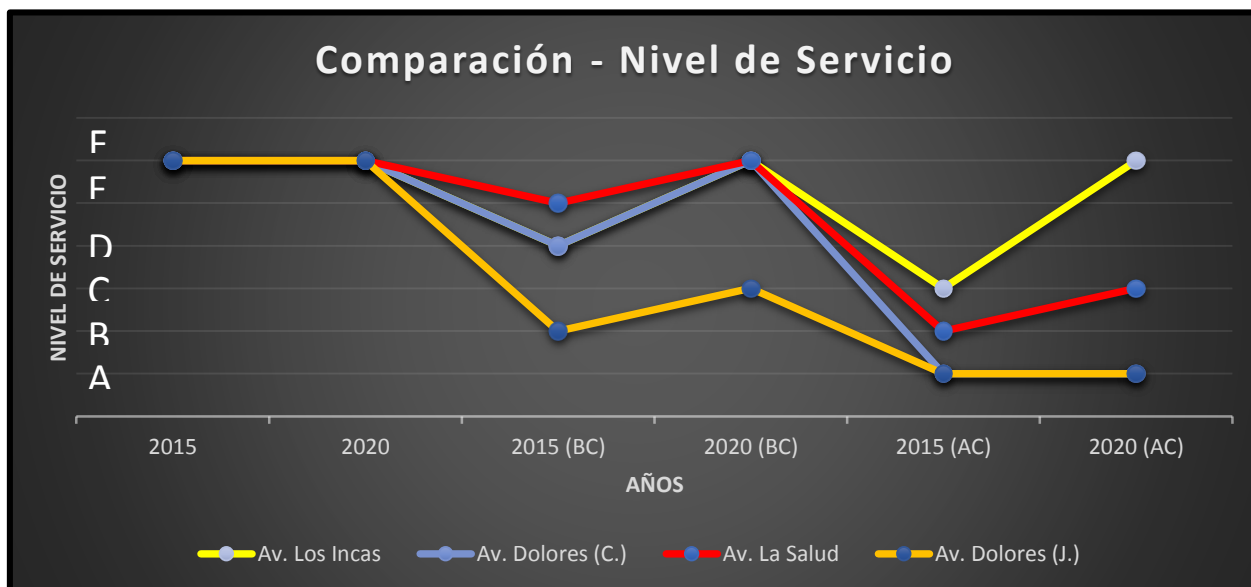
Tabla N° 50: Comparación datos obtenidos en Ovalo Los Incas – Nivel de Servicio

COMPARACIÓN – NIVELES DE SERVICIO						
DATO	SITUACIÓN	Av. Los Incas	Av. Dolores (C.)	Av. La Salud	Av. Dolores (J.)	Intersección
<b>Nivel de Servicio</b>	2015	F	F	F	F	F
	2020	F	F	F	F	F
	2015 (BC)	D	D	E	B	D
	2018 (BC)	F	F	F	C	F
	2015 (AC)	C	A	B	A	A
	2020 (AC)	F	A	C	A	B

Fuente: Elaboración Propia



Gráfico N° 5: Comparación – Nivel de Servicio



Como se puede apreciar en el gráfico, el nivel de servicio mejora con las medidas tomadas, sin embargo, se puede apreciar el incremento de los niveles de servicio, esto se da por el incremento del parque automotor. Por tanto podemos concluir que dicho crecimiento siempre hará que cualquier medida de mitigación usada, terminará siendo rebasada.

Es necesario hacer un análisis **Costo – Beneficio** el cual nos permita elegir la mejor solución para el Ovalo Los Incas.

Los costos aproximados están basados en:

Solución a Bajo Costo:

- Solución compuesta
  - Porcentaje de Proyecto Intercambio Vial La Salud, Los Incas y Dolores

Solución a Alto Costo:

- Intercambio Vial
  - Proyecto de Intercambio Vial La Salud, Los Incas y Dolores (27 millones de soles) – Municipalidad Provincial de Arequipa

### **Solución Bajo Costo:**

- Costo Aproximado: S/. 5 000 000
- Vida útil: 3 Años

**Imagen N° 101: Solución a Bajo Costo: Bahías**

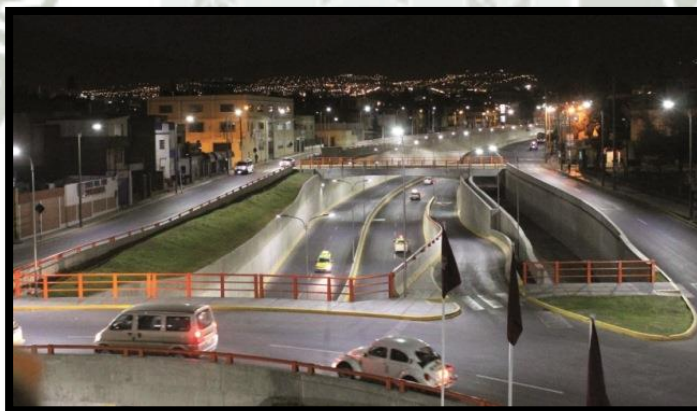


**Fuente: Elaboración propia**

### **Solución Alto Costo:**

- Costo Aproximado: S/. 26 000 000 (Basado en proyecto MPA)
- Vida útil: 25 Años

**Imagen N° 102: Solución a Alto Costo: Intercambio Vial (Ejemplo)**



**Fuente: Elaboración propia**

La solución a alto costo tiene una vida útil mayor a la de bajo costo, dando mayor comodidad tanto a transeúntes como conductores.

La solución a alto costo genera una brecha de 25 años los cuales pueden extenderse si se crea un sistema de transporte integrado, el cual disminuya la demanda vehicular.



## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

1. El estudio de Tráfico realizado indica que el Nivel de Servicio alcanza la calificación F en horas punta.
2. El aforo peatonal y vehicular del Ovalo Los Incas se verá afectado en los siguientes años por el crecimiento comercial de la Av. Dolores y la presencia de la nueva residencial Markhan.
3. El “Ovalo Los Incas”.
  - Un Ovalo o Rotonda no está diseñado para funcionar con semáforos alrededor, pero actualmente es necesario usarlos por la cultura de tránsito, la geometría del Ovalo y el flujo vehicular.
  - Según las especificaciones que brinda el “MDGC – 2013”, una Rotonda, Ovalo o Glorieta debe tener un diámetro mínimo de 25m. El “Ovalo Los Incas” tiene un radio mayor de 11m y uno menor de 9.75m.
  - Al no tener el diámetro mínimo no puede cumplir la función principal de una Rotonda la cual es mantener el flujo vehicular constante a través de la misma, ya que su capacidad se ve rebasada rápidamente.
  - El giro a la izquierda es una problemática en toda la ciudad y el Ovalo Los Incas no es la excepción, ya que, en horas punta los vehículos pueden llegar a ocupar los 3 carriles del Ovalo, así como un carril más donde el espacio lo permita, de esta manera el flujo se entorpece totalmente, provocando que los vehículos que tienen un sentido recto o de frente no puedan avanzar y por tanto se generen largas colas y pérdidas de tiempo.
4. La hora de máxima demanda se da el día sábado entre las 18:30 y 19:30hrs, ya que, el Ovalo Los Incas se encuentra en una zona muy dinámica, tanto comercial (Parque Lambramani – Av. Los Incas) como de esparcimiento (Av. Dolores) concentrando gran cantidad de aforo vehicular por parte de los establecimientos aledaños al Ovalo Los Incas.
5. El acceso que cuenta con mayor flujo vehicular es el proveniente de la Avenida Dolores (Tramo Cercado) con 1975 veh/hora en hora punta.

6. La implementación de Bahías es una propuesta optima, la cual brinda orden y fluidez en el tránsito vehicular de la intersección ya que se evita el giro a la izquierda y vuelta en U, los cuales siempre generarán problemas de congestión
7. El nivel de Servicio proyectado con la implementación de la solución a bajo costo es “D”. Teniendo una vida útil máxima de 3 años, en 2018 el Nivel de Servicio pasa a ser “F”
8. La solución a bajo costo tiene una vida útil máxima de 3 años. Según la proyección en 2018 el nivel de Servicio pasará a ser “F”
9. La solución N°2 o solución de alto costo tiene los siguientes efectos:
  - La propuesta de paso a desnivel da la condición de vía rápida a la Av. Los Incas y Av. La Salud, permitiendo un flujo constante e ininterrumpido.
  - Por lo tanto el Nivel de Servicio F mostrado a lo largo del capítulo 4 y 5 solo puede ser mitigado mediante un By Pass o paso a desnivel.
  - Se obtiene un nivel de servicio “B”
  - La intersección de la Av. Los Incas y Dolores requiere de un paso a desnivel para conformar una vía rápida, la misma, que sería parte del segundo anillo vial.
  - Esta solución tiene una vida útil de 25 años



## CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

1. La ciudad de Arequipa requiere de un Sistema Integrado de Transporte (SIT), al no existir, se da un incremento en la necesidad de tener un vehículo propio o usar el transporte público – privado (Taxi) generando así un gran crecimiento del parque automotor el cual afecta a toda la ciudad. Al no existir un SIT toda medida de mitigación tendrá una vida útil menor, ya que, el parque automotor seguirá con una tendencia de crecimiento, la cual acabará por rebasar cualquier medida a tomar hasta llegar a un colapso continuo.
2. Se recomienda a las entidades correspondientes (Municipalidades) exigir el cumplimiento de la normatividad respecto a estudios de Impacto Vial.
3. Se recomienda hacer una previa inspección del lugar de estudio, la cual permita tener una idea de los días más representativos y una óptima base de datos.
4. Se recomienda usar una filmadora para realizar el aforo vehicular, considero que es una herramienta la cual permite tener una óptima base de datos.
5. Se recomienda tener una data fotográfica de varios puntos del lugar de estudio.
6. Se recomienda hacer un detallado levantamiento de campo en el área de estudio, el cual reconozca dispositivos de control como semáforos, señalización horizontal y vertical.
7. Se recomienda realizar un análisis de costo - beneficio para determinar la mejor solución posible.
8. Se recomienda dar mantenimiento a la señalización horizontal y vertical
9. Se recomienda la instalación de semáforos peatonales.
10. Se recomienda obtener y generar una base de datos acerca de los accidentes suscitados en la zona de estudio, para saber la razón de los mismos y buscar la manera de mitigar los mismos.

## BIBLIOGRAFÍA

Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. 3<sup>rd</sup> Edition  
U.S.A. Washington D.C.

CAL, Rafael, MAYOR, Reyes Spindola & CARDENAS, James. (1994). *Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y Aplicaciones 7ma Ed.* Alfaomega.

DEXTRE, Juan Carlos & TABASSO, Carlos. (2007). *El lenguaje Vial: El lenguaje de la vida*. 1era edición Lima: Fondo Editorial PUCP.

ESQUIVEL, Witman. (2011). *Elementos de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas*. Lima: PUCP.

FERNANDEZ, Rodrigo & DEXTRE, Juan Carlos (2011). *Elementos de la Teoría del Tráfico Vehicular*. 1era edición Lima: Fondo Editorial PUCP.

HAY, William W. (1998). *Ingeniería de Transporte 2° Ed.* México: Fondo Editorial LIMUSA S.A.

HILL, Mc Graw. (2004). *Urban Transportation System 2° Ed.* USA.

Informática, Instituto Nacional de Informática. (s.f.).

MANNERING, Fred & WASHBURN, Scotts. & KILARESKEI, Walter (2009). *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*. U.S.A. 4<sup>th</sup> edition Florida: Fondo Editorial Willey

Municipalidad Provincial Arequipa. (2006-2025). *Plan Director Arequipa Metropolitana*.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones vivienda y construcción. (2000). *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*.



Ministerio de Transportes, Comunicaciones vivienda y construcción. (2013).

*Manual Diseño Geométrico de Carreteras (DG)*. Perú - Lima.

PAPACOSTAS, Constantino S. (1993). *Transportation Engineering and Planning*.

Prentice Hall. 3<sup>rd</sup> Edition.

QUINTERO, C. (2008).

SCHOON, J. G. (2010). *Pedestrians Facilities: Engineering and geometric design*.

T. Telford.

SOTIL CHAVEZ, A. (2012). *Sistema de Transporte*. Lima: UPC.

TORRES CELI, L., & JEREZ CASTILLO, S. (2012). *Manual de diseño de Infraestructura peatonal urbana*.

Universidad Nacional de Ingeniería. (s.f.). *Apuntes Ingeniería de Tránsito*. Perú, Lima.

Universidad de Piura. (s.f.). *Metodología del Estudio de Impacto Vial*. Perú, Piura.

VALDIVIEZO, Victor, & ARIAS, Prissil (2014). *Estudio de Impacto Vial para escuela en zona urbana de Lima Metropolitana*. Lima.

VALENCIA ALAIX, V. G. (2012). *Teoría del Flujo de Tránsito*. Colombia, Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Ministerio de Vivienda, (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima

Ordenanza N°1268 – 1404 – 1694 – Municipalidad Metropolitana de Lima

## FUENTES INFORMATICAS

- <http://civilgeeks.com/2011/09/30/estudios-de-impacto-vial/>
- [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lec/angel\\_r\\_aj/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/angel_r_aj/capitulo1.pdf)
- <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/manual-diseno-infraestructura-peatonal-urbana/manual-diseno-infraestructura-peatonal-urbana.pdf>
- [http://www.miraflores.gob.pe/Gestorw3b/files/pdf/5145-1149-ordenanza\\_1268\\_mml.pdf](http://www.miraflores.gob.pe/Gestorw3b/files/pdf/5145-1149-ordenanza_1268_mml.pdf)
- <http://arquitecturasostenibleperu.blogspot.pe/>
- <http://transporteytransitoconsultor.blogspot.pe/>
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/337204/1/Tesis+Arias++Valdiviezo.pdf>
- [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/808/ESQUIVEL\\_FERNANDEZ\\_WITMAN\\_PLANEAMIENTO\\_INTERSECCIONES\\_URBANAS.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/808/ESQUIVEL_FERNANDEZ_WITMAN_PLANEAMIENTO_INTERSECCIONES_URBANAS.pdf?sequence=1)
- <http://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/2008/insercion%20barranco/Estudio%20de%20Impacto%20Vial%20Barranco.pdf>
- <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/#>



# ANEXOS





# ***ANEXO 01***

## ***Estudio de Velocidad***



**ESTUDIO DE VELOCIDAD**
**AV. LOS INCAS**

	e	t	v	
1	59	6	35.40	km/h
2	59	7	30.34	km/h
3	59	6	35.40	km/h
4	59	5	42.48	km/h
5	59	7	30.34	km/h
6	59	6	35.40	km/h
7	59	7	30.34	km/h
8	59	6	35.40	km/h
9	59	5	42.48	km/h
10	59	7	30.34	km/h
11	59	6	35.40	km/h
12	59	7	30.34	km/h
13	59	7	30.34	km/h
14	59	6	35.40	km/h
15	59	6	35.40	km/h
16	59	5	42.48	km/h
17	59	5	42.48	km/h
18	59	7	30.34	km/h
19	59	6	35.40	km/h
20	59	7	30.34	km/h
	m	s	34.79	km/h

Distancia	59 m
Ve	35 km/h

**Av. Cultura Chimú**

	e	t	v	
1	75	9	30.00	km/h
2	75	8	33.75	km/h
3	75	10	27.00	km/h
4	75	9	30.00	km/h
5	75	7	38.57	km/h
6	75	8	33.75	km/h
7	75	7	38.57	km/h
8	75	8	33.75	km/h
9	75	7	38.57	km/h
10	75	8	33.75	km/h
11	75	8	33.75	km/h
12	75	7	38.57	km/h
13	75	7	38.57	km/h
14	75	6	45.00	km/h
15	75	8	33.75	km/h
16	75	9	30.00	km/h
17	75	7	38.57	km/h
18	75	9	30.00	km/h
19	75	7	38.57	km/h
20	75	9	30.00	km/h
	m	s	34.73	km/h

Distancia	75 m
Ve	35 km/h

**AV. LA SALUD**

	e	t	v	
1	96	8	43.20	km/h
2	96	12	28.80	km/h
3	96	8	43.20	km/h
4	96	10	34.56	km/h
5	96	10	34.56	km/h
6	96	9	38.40	km/h
7	96	9	38.40	km/h
8	96	11	31.42	km/h
9	96	10	34.56	km/h
10	96	11	31.42	km/h
11	96	10	34.56	km/h
12	96	12	28.80	km/h
13	96	12	28.80	km/h
14	96	10	34.56	km/h
15	96	11	31.42	km/h
16	96	12	28.80	km/h
17	96	10	34.56	km/h
18	96	10	34.56	km/h
19	96	9	38.40	km/h
20	96	10	34.56	km/h
	m	s	34.38	km/h

Distancia	96 m
Ve	34 km/h

**Pasaje Dolores**

	e	t	v	
1	60	7	30.86	km/h
2	60	9	24.00	km/h
3	60	7	30.86	km/h
4	60	9	24.00	km/h
5	60	8	27.00	km/h
6	60	9	24.00	km/h
7	60	10	21.60	km/h
8	60	9	24.00	km/h
9	60	9	24.00	km/h
10	60	10	21.60	km/h
11	60	8	27.00	km/h
12	60	7	30.86	km/h
13	60	10	21.60	km/h
14	60	7	30.86	km/h
15	60	9	24.00	km/h
16	60	11	19.64	km/h
17	60	9	24.00	km/h
18	60	11	19.64	km/h
19	60	11	19.64	km/h
20	60	9	24.00	km/h
	m	s	24.66	km/h

Distancia	60 m
Ve	25 km/h

**AV. DOLORES (CER.)**

	e	t	v	
1	97	10	34.92	km/h
2	97	10	34.92	km/h
3	97	8	43.65	km/h
4	97	10	34.92	km/h
5	97	11	31.75	km/h
6	97	12	29.10	km/h
7	97	10	34.92	km/h
8	97	11	31.75	km/h
9	97	10	34.92	km/h
10	97	9	38.80	km/h
11	97	12	29.10	km/h
12	97	10	34.92	km/h
13	97	10	34.92	km/h
14	97	11	31.75	km/h
15	97	9	38.80	km/h
16	97	8	43.65	km/h
17	97	8	43.65	km/h
18	97	9	38.80	km/h
19	97	9	38.80	km/h
20	97	11	31.75	km/h
	m	s	35.79	km/h

Distancia	97 m
Ve	36 km/h

**Pasaje El Carmen**

	e	t	v	
1	70	10	25.20	km/h
2	70	9	28.00	km/h
3	70	8	31.50	km/h
4	70	11	22.91	km/h
5	70	8	31.50	km/h
6	70	10	25.20	km/h
7	70	9	28.00	km/h
8	70	10	25.20	km/h
9	70	11	22.91	km/h
10	70	10	25.20	km/h
11	70	13	19.38	km/h
12	70	9	28.00	km/h
13	70	10	25.20	km/h
14	70	11	22.91	km/h
15	70	10	25.20	km/h
16	70	10	25.20	km/h
17	70	13	19.38	km/h
18	70	12	21.00	km/h
19	70	10	25.20	km/h
20	70	12	21.00	km/h
	m	s	24.90	km/h

Distancia	70 m
Ve	25 km/h

**AV. DOLORES (JLB y R.)**

	e	t	v	
1	80	8	36.00	km/h
2	80	8	36.00	km/h
3	80	7	41.14	km/h
4	80	8	36.00	km/h
5	80	7	41.14	km/h
6	80	9	32.00	km/h
7	80	8	36.00	km/h
8	80	9	32.00	km/h
9	80	9	32.00	km/h
10	80	9	32.00	km/h
11	80	9	32.00	km/h
12	80	7	41.14	km/h
13	80	8	36.00	km/h
14	80	8	36.00	km/h
15	80	9	32.00	km/h
16	80	9	32.00	km/h
17	80	9	32.00	km/h
18	80	9	32.00	km/h
19	80	9	32.00	km/h
20	80	8	36.00	km/h
	m	s	34.77	km/h

Distancia	80 m
Ve	35 km/h

**Ovalos Los Incas**

	e	t	v	
1	35	5	25.20	km/h
2	35	6	21.00	km/h
3	35	5	25.20	km/h
4	35	5	25.20	km/h
5	35	6	21.00	km/h
6	35	4	31.50	km/h
7	35	5	25.20	km/h
8	35	5	25.20	km/h
9	35	5	25.20	km/h
10	35	5	25.20	km/h
11	35	6	21.00	km/h
12	35	5	25.20	km/h
13	35	4	31.50	km/h
14	35	5	25.20	km/h
15	35	5	25.20	km/h
16	35	6	21.00	km/h
17	35	5	25.20	km/h
18	35	5	25.20	km/h
19	35	6	21.00	km/h
20	35	5	25.20	km/h
	m	s	24.78	km/h

Distancia	35 m
Ve	25 km/h



# ***ANEXO 02 – 25***

## ***Aforos Vehiculares***













	08:00	09:00
--	-------	-------

**BACHILLER: CHRISTOPHER YHAN PIERRE PINTO ESPEJO**  
**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE: INGENIERO CIVIL**















**BACHILLER: CHRISTOPHER YHAN PIERRE PINTO ESPEJO**  
**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE: INGENIERO CIVIL**



**BACHILLER: CHRISTOPHER YHAN PIERRE PINTO ESPEJO**  
**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE: INGENIERO CIVIL**









**AREQUIPA, MAYO 2016**









ANEXOS	1.00												1.50												2.00												2.50												3.00												3.00												0.34												FLUJO MIXTO								ADE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	AUTOS						CAMIONETA RURAL						MICROBUS - COASTER						CAMIÓN - MIXER						OMNIBUS - BUS						CAMIÓN 3 EJES O MAS						MOTOS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	C1			C2			C1			C2			C1			C2			C1			C2			C1			C2			C1			C2			C1			C2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U	Iz	Dr	U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	52-D-K-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													



112	15	17	510
-----	----	----	-----

**BACHILLER: CHRISTOPHER YHAN PIERRE PINTO ESPEJO**  
**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE: INGENIERO CIVIL**





# **ANEXO 26**

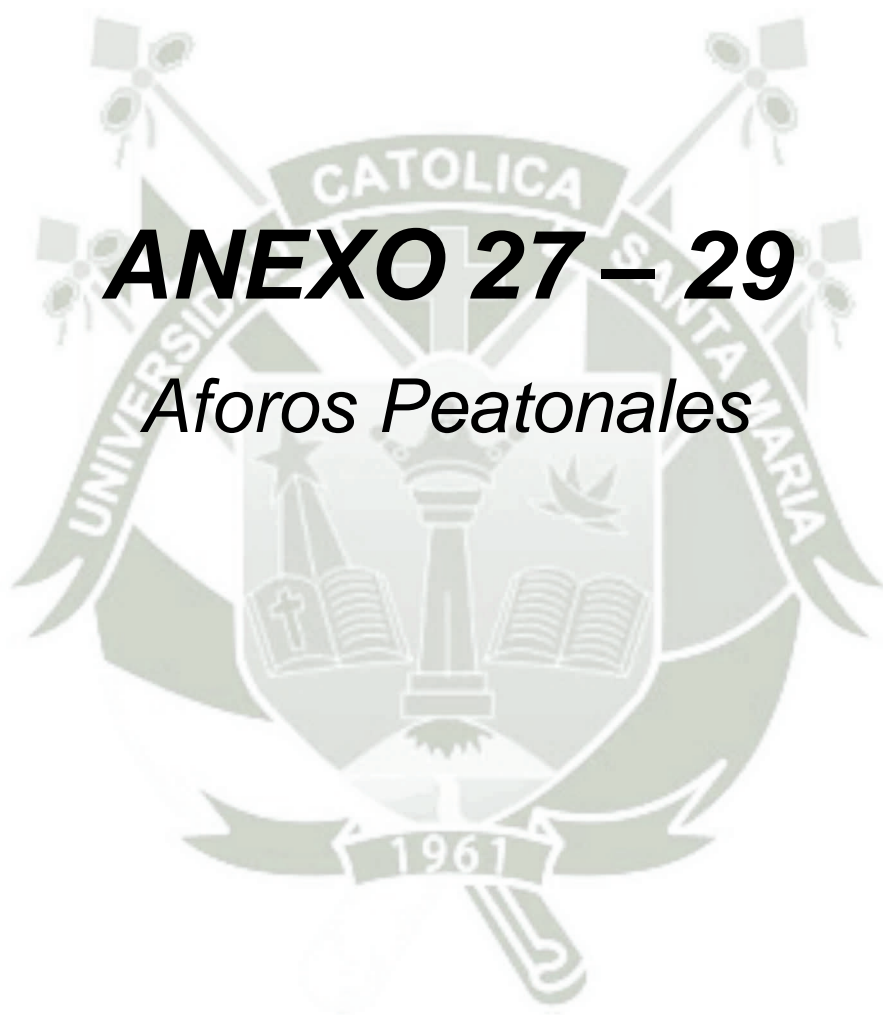
## *Resumen Hora de Máxima Demanda – Aforos Vehiculares*

			AUTOS		CAMIONETA RURAL		MICROBUS - COASTER		CAMIÓN - MIXER		OMNIBUS - BUS		CAMIÓN 3 EJES O MAS		MOTOS		V. Pes.	
			C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Acceso 1	18:30	19:30	409	584	109	32	11	13	19	8	2	2	1	3	33	46	22	13
Acceso 2	18:30	19:30	714	803	75	134	11	31	4	6	0	3	0	0	24	49	4	9
Acceso 3	18:30	19:30	321	693	36	96	5	39	0	26	3	5	0	5	13	57	3	36
Acceso 4	18:30	19:30	347	710	65	123	8	36	8	20	0	12	0	3	22	68	8	35
Influy 1	18:30	19:30	479	526	67	108	9	36	8	20	0	12	0	3	33	67	8	35
Influy 2	18:30	19:30	196	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
			77.68%		11.70%		2.67%		1.60%		0.52%		0.20%		5.62%			

			AUTOS		CAMIONETA RURAL		MICROBUS - COASTER		CAMIÓN - MIXER		OMNIBUS - BUS		CAMIÓN 3 EJES O MAS		MOTOS		V. Pes.	
			C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Acceso 1	18:30	19:30	545	780	116	32	11	13	19	8	2	2	1	3	37	52	22	13
Acceso 2	18:30	19:30	955	1074	77	139	11	31	4	6	0	3	0	0	27	55	4	9
Acceso 3	18:30	19:30	428	926	36	100	5	39	0	26	3	5	0	5	14	65	3	36
Acceso 4	18:30	19:30	462	950	68	128	8	36	8	20	0	13	0	3	24	78	8	36
Influy 1	18:30	19:30	641	704	71	113	9	37	8	20	0	14	0	3	38	77	8	37
Influy 2	18:30	19:30	262	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
			81.49%		9.55%		2.11%		1.26%		0.44%		0.16%		4.99%			

# **ANEXO 27 – 29**

## *Aforos Peatonales*





ANEXOS		CRUCE 1			Av Dolores (Cercado)		
L-C1-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	20	86	97	7	1	211
08:00	09:00	6	97	96	3	0	202
12:00	13:00	11	56	68	6	1	142
13:00	14:00	13	83	85	1	0	182
18:00	19:00	8	86	83	3	0	180
19:00	20:00	7	52	81	3	0	143
07:00	09:00	26	183	193	10	1	211
12:00	14:00	24	139	153	7	1	Volumen
18:00	20:00	15	138	164	6	0	
TOTAL		1060					

ANEXOS		CRUCE 3			Av. Dolores (JLBR.)		
L-C3-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	21	82	92	5	1	201
08:00	09:00	6	93	90	6	0	195
12:00	13:00	11	53	63	3	1	131
13:00	14:00	13	76	80	2	0	171
18:00	19:00	7	80	81	3	0	171
19:00	20:00	6	48	79	4	0	137
07:00	09:00	27	175	182	11	1	201
12:00	14:00	24	129	143	5	1	Volumen
18:00	20:00	13	128	160	7	0	
TOTAL		1006					

ANEXOS		CRUCE 2			Av. La Salud / Av. Agricultura		
L-C2-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	12	51	59	5	1	128
08:00	09:00	4	58	58	3	0	123
12:00	13:00	6	33	42	2	1	84
13:00	14:00	9	49	53	2	1	114
18:00	19:00	5	56	53	3	1	118
19:00	20:00	4	30	58	3	0	95
07:00	09:00	16	109	117	8	1	128
12:00	14:00	15	82	95	4	2	Volumen
18:00	20:00	9	86	111	6	1	
TOTAL		662					

ANEXOS		CRUCE 4			Av. Los Incas		
L-C4-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	8	61	68	5	1	143
08:00	09:00	2	68	67	2	0	139
12:00	13:00	4	40	43	3	0	90
13:00	14:00	5	58	65	3	1	132
18:00	19:00	3	61	62	3	1	130
19:00	20:00	2	37	59	3	0	101
07:00	09:00	10	129	135	7	1	143
12:00	14:00	9	98	108	6	1	Volumen
18:00	20:00	5	98	121	6	1	
TOTAL		735					

ANEXOS		CRUCE 1			Av Dolores (Cercado)		
V-C1-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	25	75	90	5	1	196
08:00	09:00	2	80	85	3	0	170
12:00	13:00	13	50	74	6	0	143
13:00	14:00	8	86	72	3	1	170
18:00	19:00	5	97	95	2	0	199
19:00	20:00	3	83	115	1	0	202
07:00	09:00	27	155	175	8	1	202
12:00	14:00	21	136	146	9	1	Volumen
18:00	20:00	8	180	210	3	0	
TOTAL		1080					

ANEXOS		CRUCE 3			Av. Dolores (JLBR.)		
V-C3-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	23	81	85	5	0	194
08:00	09:00	7	90	87	6	1	191
12:00	13:00	13	56	73	2	0	144
13:00	14:00	15	74	62	1	2	154
18:00	19:00	8	82	95	0	0	185
19:00	20:00	7	83	123	0	0	213
07:00	09:00	30	171	172	11	1	213
12:00	14:00	28	130	135	3	2	Volumen
18:00	20:00	15	165	218	0	0	
TOTAL		1081					

ANEXOS		CRUCE 2			Av. La Salud / Av. Agricultura		
V-C2-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	20	70	82	3	1	176
08:00	09:00	5	74	79	3	1	162
12:00	13:00	8	35	48	4	0	95
13:00	14:00	6	47	67	0	0	120
18:00	19:00	5	93	108	1	0	207
19:00	20:00	3	80	114	1	0	198
07:00	09:00	25	144	161	6	2	207
12:00	14:00	14	82	115	4	0	Volumen
18:00	20:00	8	173	222	2	0	
TOTAL		958					

ANEXOS		CRUCE 4			Av. Los Incas		
V-C4-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	9	63	67	3	1	143
08:00	09:00	3	65	67	3	0	138
12:00	13:00	5	40	46	3	0	94
13:00	14:00	1	58	60	0	0	119
18:00	19:00	4	57	98	2	0	161
19:00	20:00	3	45	110	1	0	159
07:00	09:00	12	128	134	6	1	161
12:00	14:00	6	98	106	3	0	Volumen
18:00	20:00	7	102	208	3	0	
TOTAL		814					

ANEXOS		CRUCE 1			Av Dolores (Cercado)		
S-C1-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	10	60	80	7	1	158
08:00	09:00	1	75	78	5	2	161
12:00	13:00	16	80	95	8	0	199
13:00	14:00	5	83	89	2	1	180
18:00	19:00	5	96	98	2	0	201
19:00	20:00	1	85	117	0	0	203
07:00	09:00	11	135	158	12	3	203
12:00	14:00	21	163	184	10	1	Volumen
18:00	20:00	6	181	215	2	0	
TOTAL		1102					

ANEXOS		CRUCE 3			Av. Dolores (JLBR.)		
S-C3-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	12	61	83	4	0	160
08:00	09:00	3	68	81	2	1	155
12:00	13:00	13	50	75	2	0	140
13:00	14:00	15	68	60	1	2	146
18:00	19:00	8	95	107	0	0	210
19:00	20:00	1	99	115	0	0	215
07:00	09:00	15	129	164	6	1	215
12:00	14:00	28	118	135	3	2	Volumen
18:00	20:00	9	194	222	0	0	
TOTAL		1026					

ANEXOS		CRUCE 2			Av. La Salud / Av. Agricultura		
S-C2-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	8	60	86	3	1	158
08:00	09:00	5	53	82	3	1	144
12:00	13:00	11	61	39	4	0	115
13:00	14:00	3	57	56	0	0	116
18:00	19:00	2	72	115	0	0	189
19:00	20:00	1	88	142	0	0	231
07:00	09:00	13	113	168	6	2	231
12:00	14:00	14	118	95	4	0	Volumen
18:00	20:00	3	160	257	0	0	
TOTAL		953					

ANEXOS		CRUCE 4			Av. Los Incas		
S-C4-1		Niños	Jovenes	Adultos	Ancianos	Discapacitados	Total
07:00	08:00	9	42	65	3	1	120
08:00	09:00	4	47	68	3	0	122
12:00	13:00	3	30	36	3	0	72
13:00	14:00	3	38	40	0	0	81
18:00	19:00	2	37	57	0	0	96
19:00	20:00	1	25	63	0	0	89
07:00	09:00	13	89	133	6	1	122
12:00	14:00	6	68	76	3	0	Volumen
18:00	20:00	3	62	120	0	0	
TOTAL		580					



# **ANEXO 30**

## *Tasa de Crecimiento Vehicular*





En el cuadro 2, se muestra el crecimiento del parque automotor de la Región Arequipa (Fuente: MTC) que incluye a la ciudad misma. Nótese que el parque automotor en los últimos 5 años está creciendo de manera exponencial con tasas alrededor del 8%.

Asimismo, en el cuadro 4, se muestra el crecimiento del PBI en el sector de transporte, la misma región, que indica una tasa superior al 8% anual.

Tomando en consideración los datos antes indicados, se ha asumido, de manera conservadora, que el flujo de los automóviles, que es el de mayor representatividad, crecerá a una tasa promedio del 4% anual. Esta hipótesis considera un crecimiento medio a un horizonte de mediano y largo plazo, es decir, que en el corto plazo las tasas serán altas pero en el mediano y largo plazo tendrán un comportamiento menor.

El crecimiento de los vehículos de transporte público, crecerán de manera importante en el caso de los buses, restringiéndose en el caso de los microbuses y camionetas rurales. En el caso de los camiones, las tasa de crecimiento en ciudades se encuentran entre el 1 al 2%.

Las tasas consideradas para los vehículos fueron los siguientes:

**CUADRO 3**

VEHICULO	CODIGO	%
AUTOS	AU	6%
CAMIONETAS RURALES	CR	1%
MICROBUSES	MI	1%
BUSES	OM	3%
CAMIONES 2 EJES	CA 2 EJES	1%
CAMIONES 3 EJES	CA 3 EJES	1%
CAMIONES > 3 EJES	CA > 3 EJES	1%
OTROS	BI	3%

Álvaro Manrique Lewis  
Representante Legal  
Consortio Southern Perú, Interbank y  
Cerveneas Peruanos Backus y Johnston

CONSORCIO CONSTRUCTOR  
PUENTE CHILINA

GUILLERMO CAFELÁN MIGUEL  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: N° 1236-T

MANUEL ANTONIO CHAMORRO VALVERDE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 48716

CONSORCIO INVERSIONISTA:

Interbank

Southern Copper

Bacús

CONSORCIO CONSTRUCTOR PUENTE CHILINA:

ANCO

ISOLUX CORSAÑ

INCOI

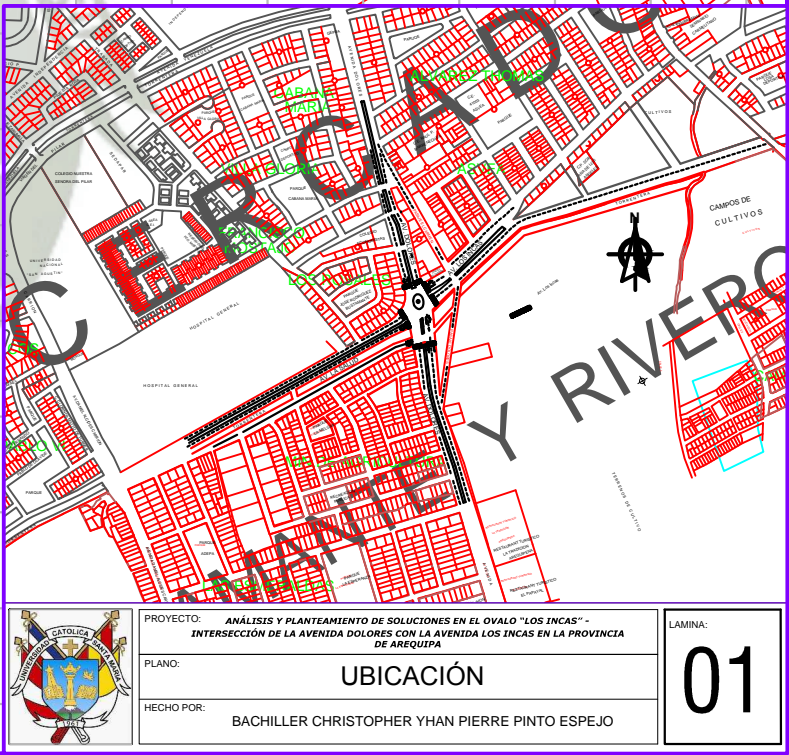
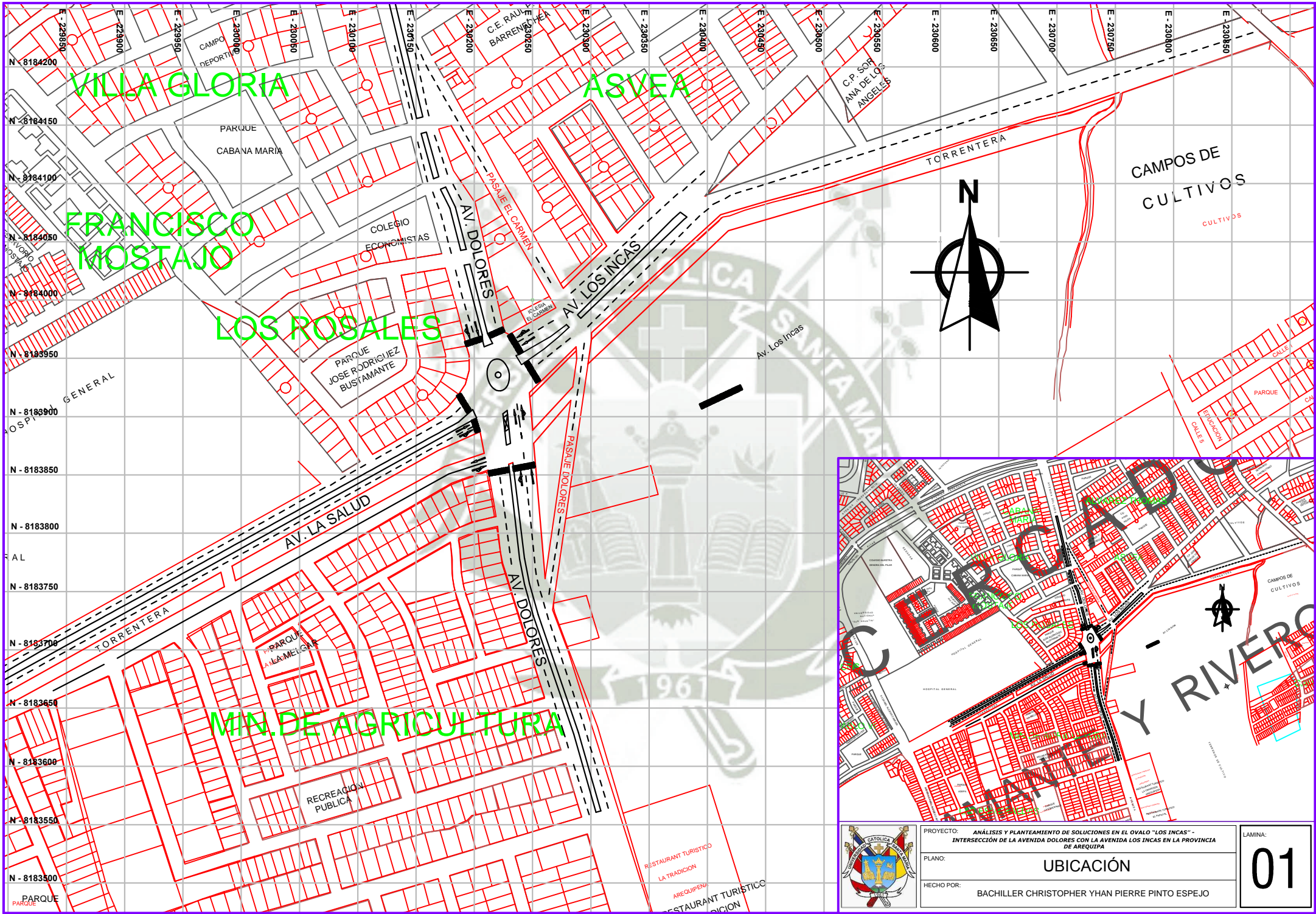
PROYECTISTA:


AM

# ***PLANOS***

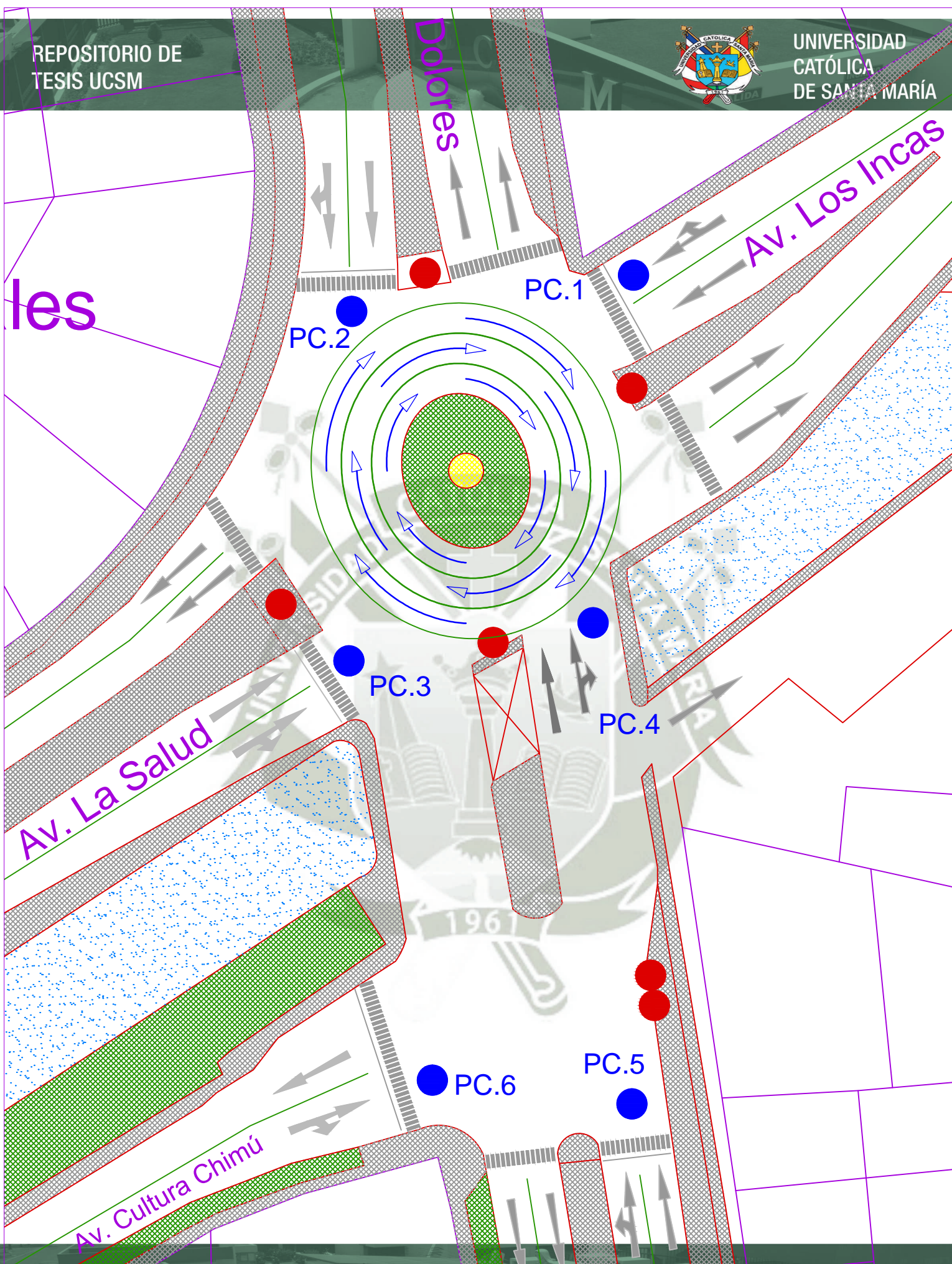






	<p>PROYECTO: ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL OVALO "LOS INCAS" - INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA DOLORES CON LA AVENIDA LOS INCAS EN LA PROVINCIA DE AREQUIPA</p> <p>PLANO: UBICACIÓN</p> <p>HECHO POR: BACHILLER CHRISTOPHER YHAN PIERRE PINTO ESPEJO</p>	<p>LAMINA:</p> <p>01</p>
---	--	--------------------------







ASVEA

Pasaje "El Carmen"

Av. Dolores

Campos de  
cultivo

Pasaje Dolores

Av. Dolores

Agricultura



ales

S2

S1

S3

S4

S5.A

S5.B

Av. La Salud

Av. Cultura Chimú

Dolores

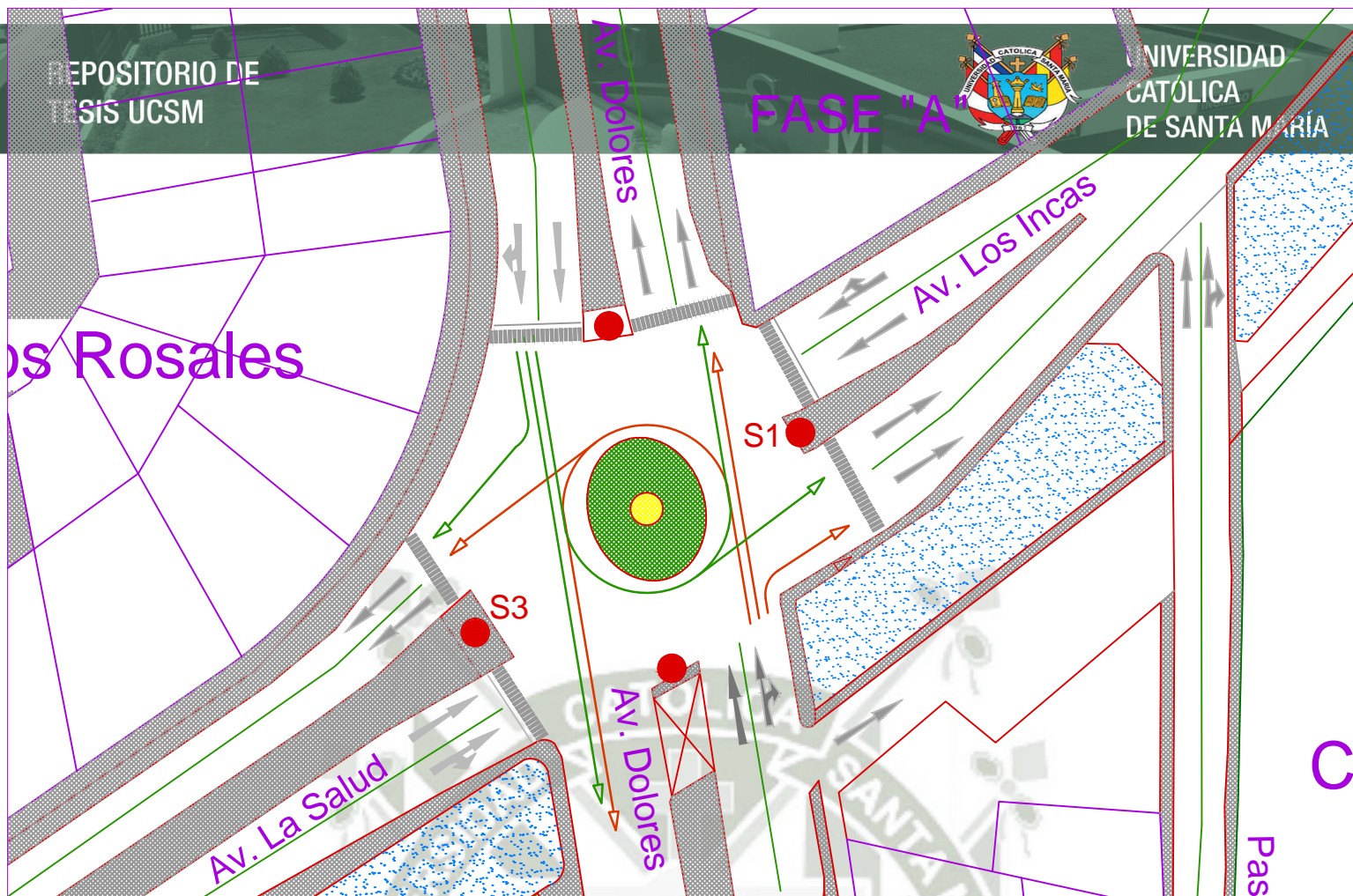
Av. Los Incas



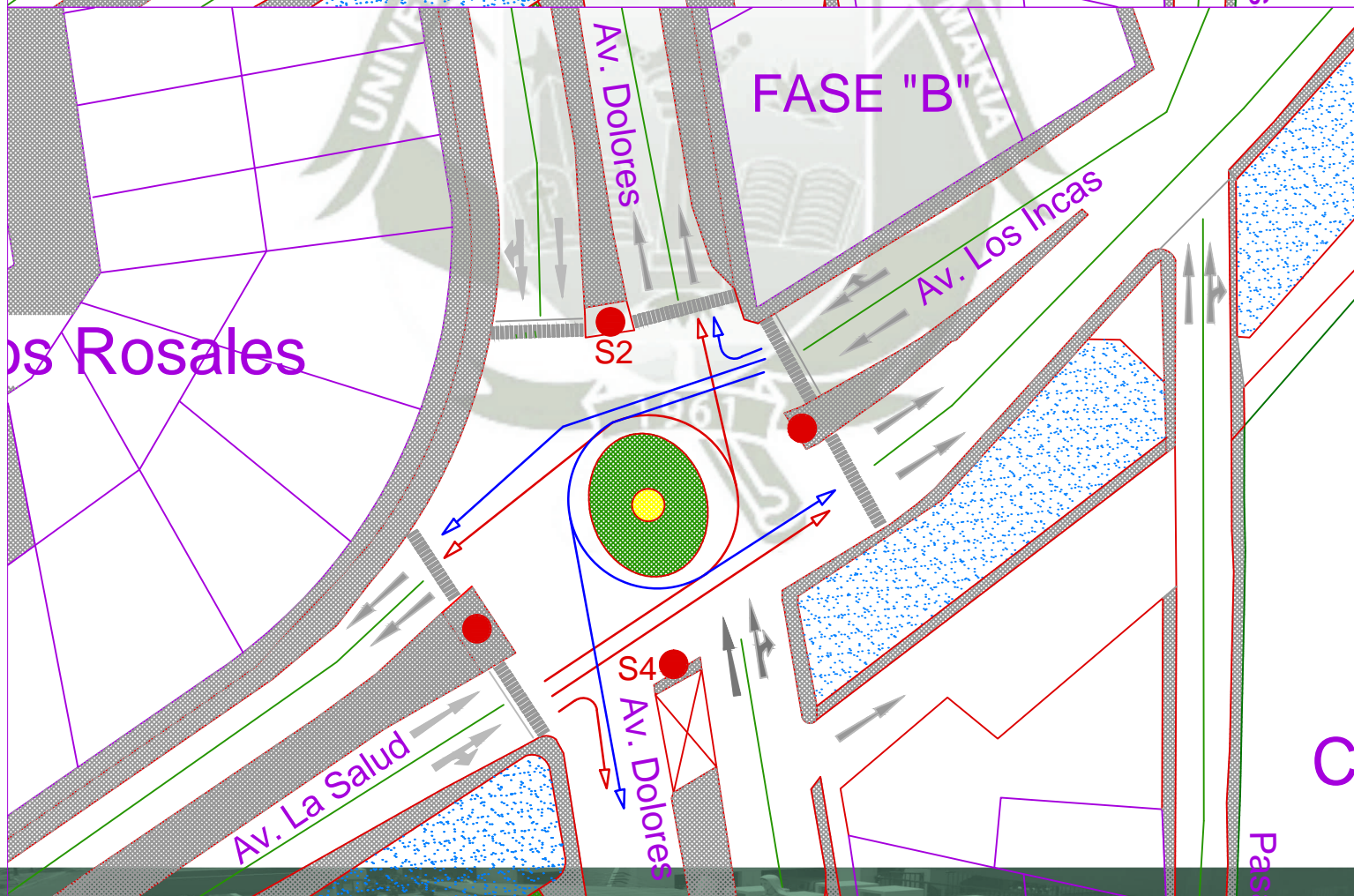




os Rosales



os Rosales





ales

ales





ales

ales





Av. La Salud

Av. Dolores

Av. Los Incas

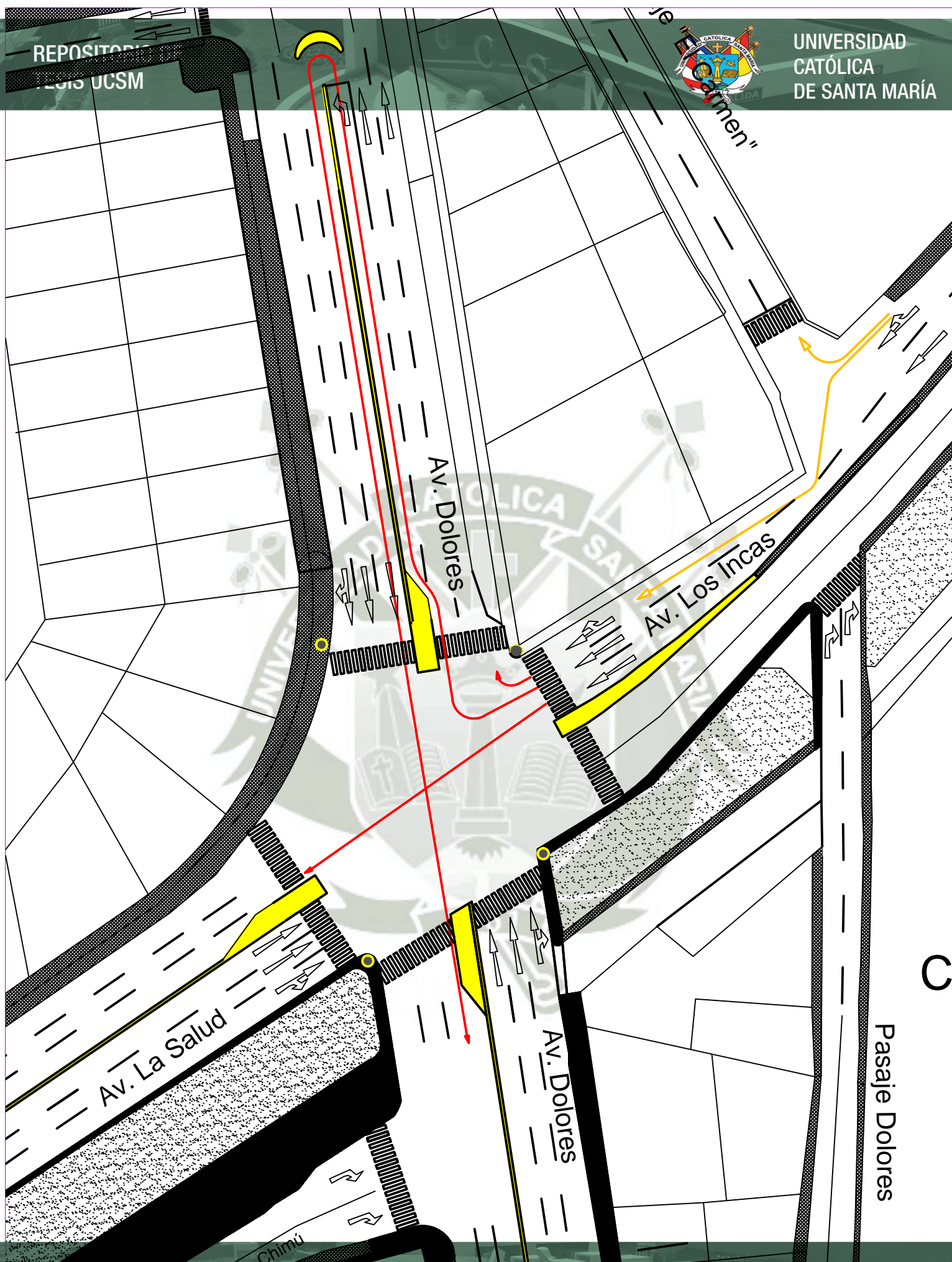
Av. Los Incas











C

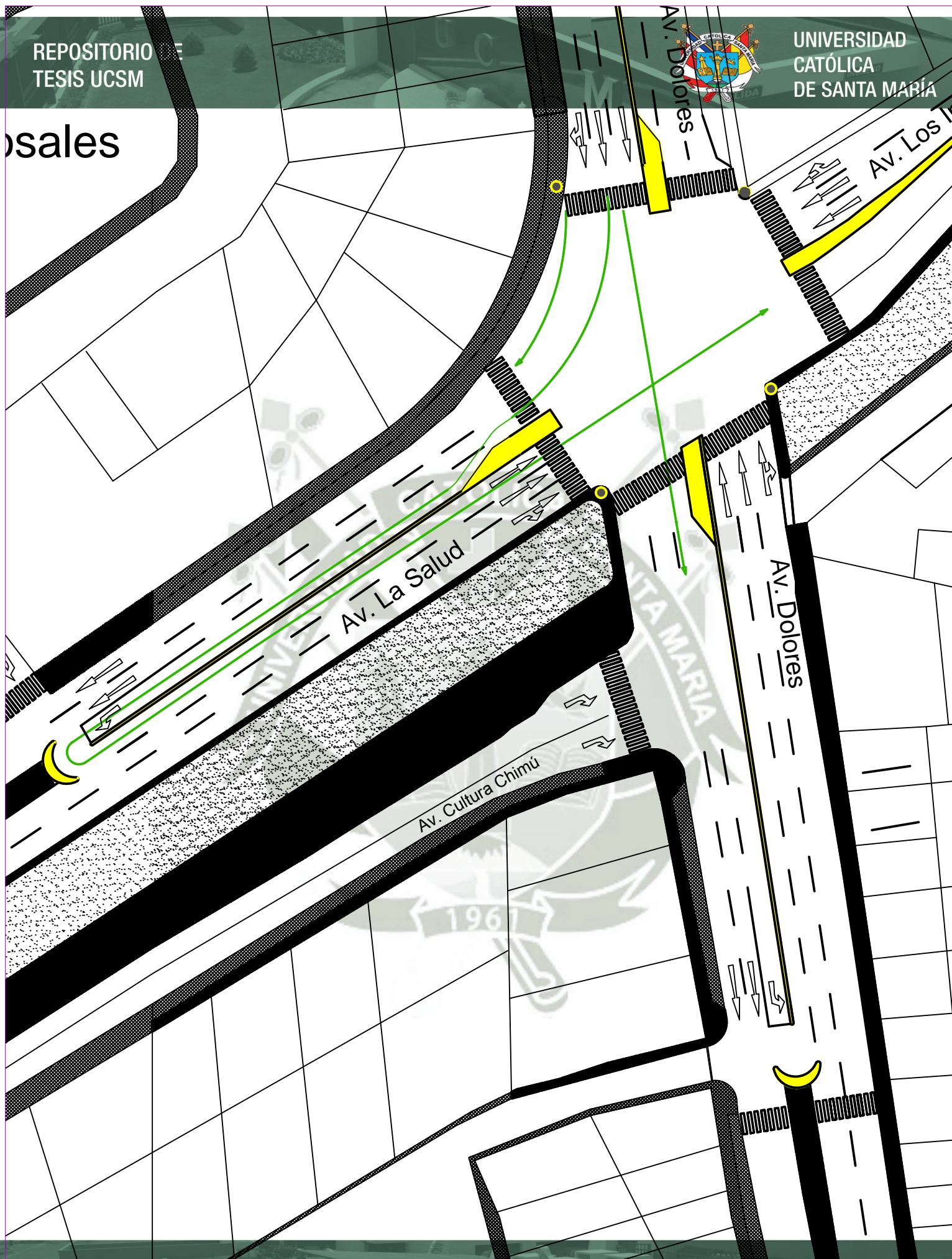
Pasaje Dolores

PROYECTO: ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES EN EL OVALO "LOS INCAS" -  
INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA DOLORES CON LA AVENIDA LOS INCAS EN LA PROVINCIA  
DE AREQUIPA  
PLANO: PROPUESTA CIRCULACIÓN ACCESO 1 - AV. LOS INCAS  
HECHO POR: BACHILLER CHRISTOPHER YHAN PIERRE PINTO ESPEJO

LÁMINA:

10

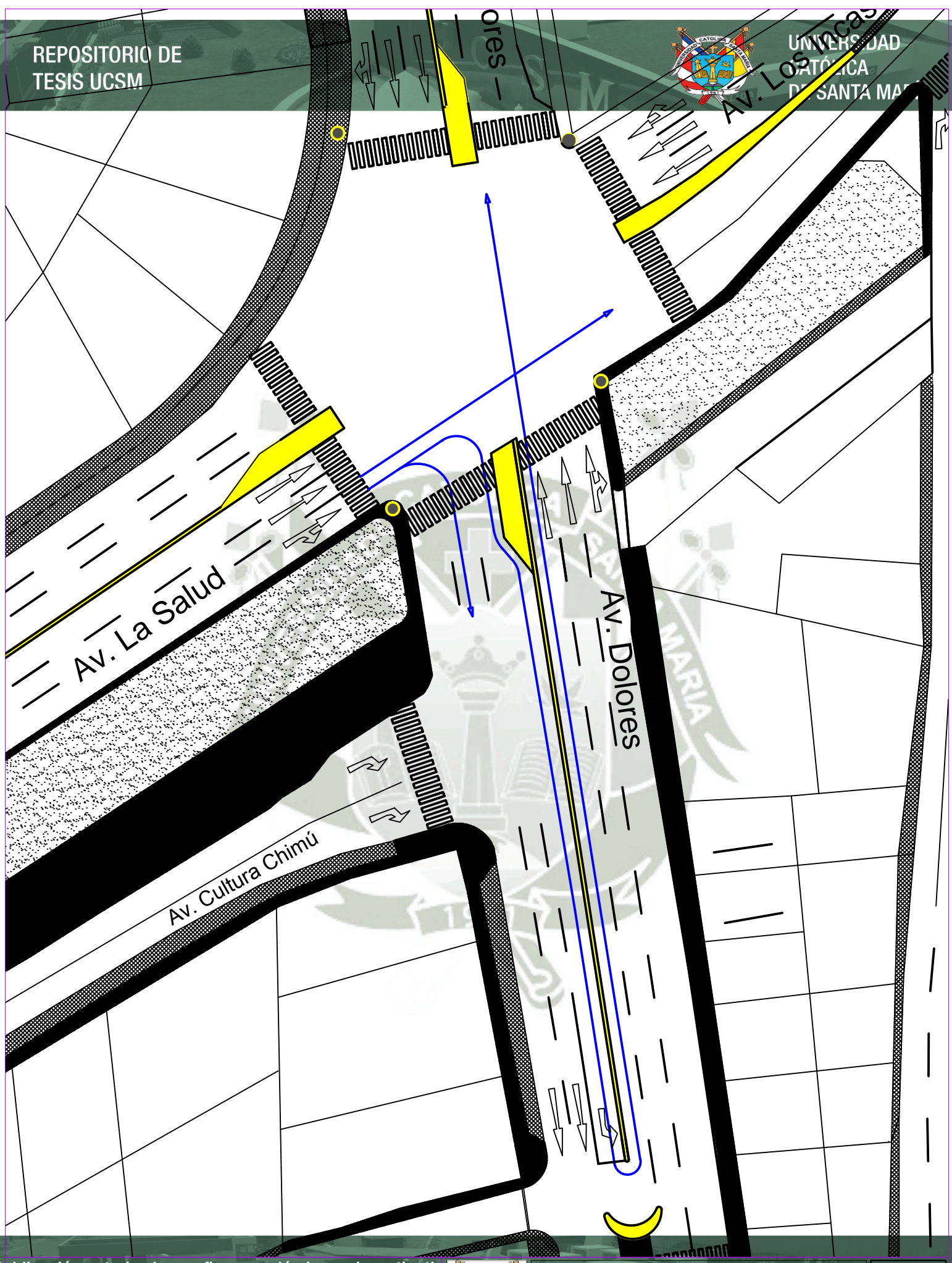
osales



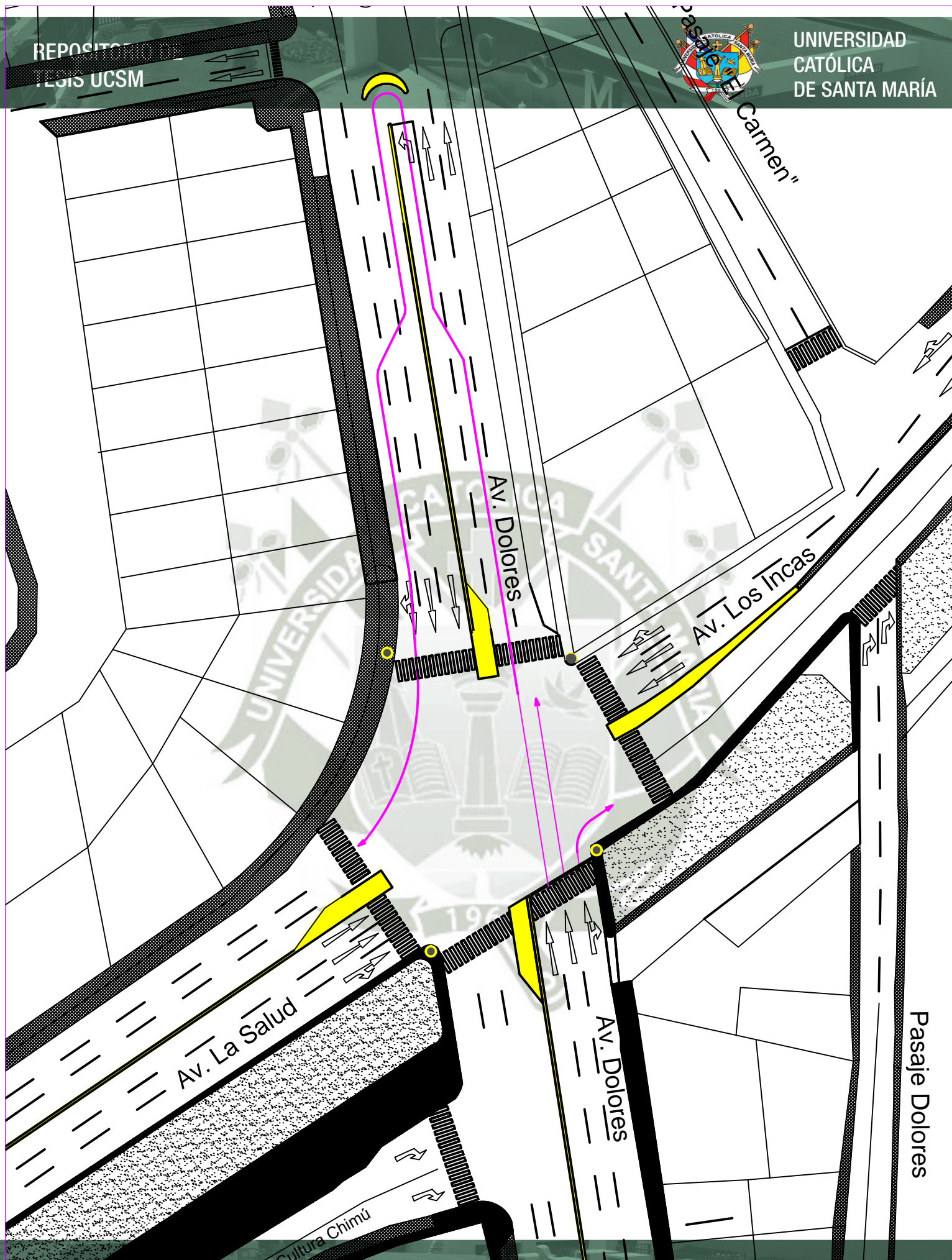




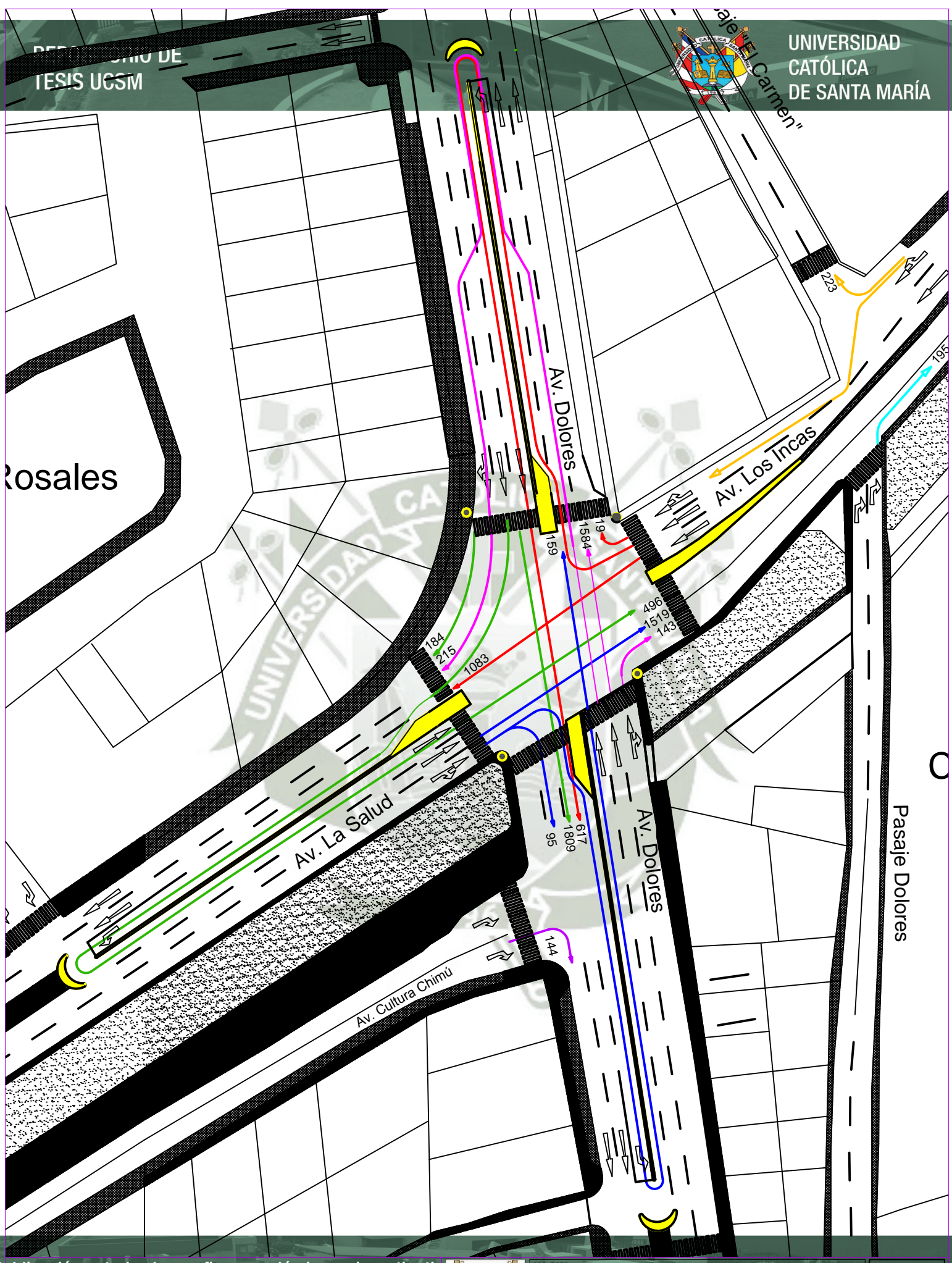
Av. Los Incas







Rosales



Pasaje Dolores

Av. La Salud

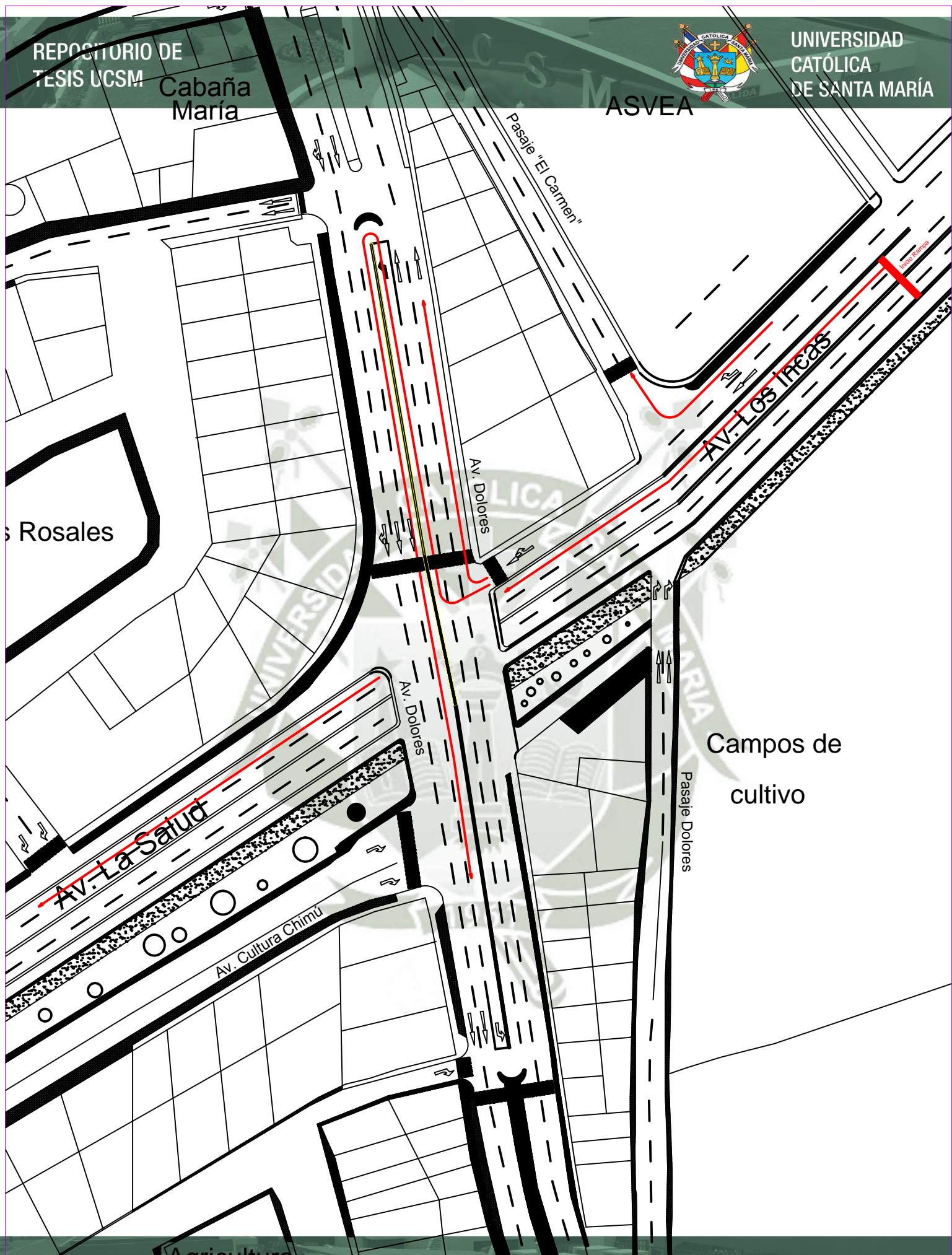
Av. Dolores -

Av. Los Incas

Av. Dolores

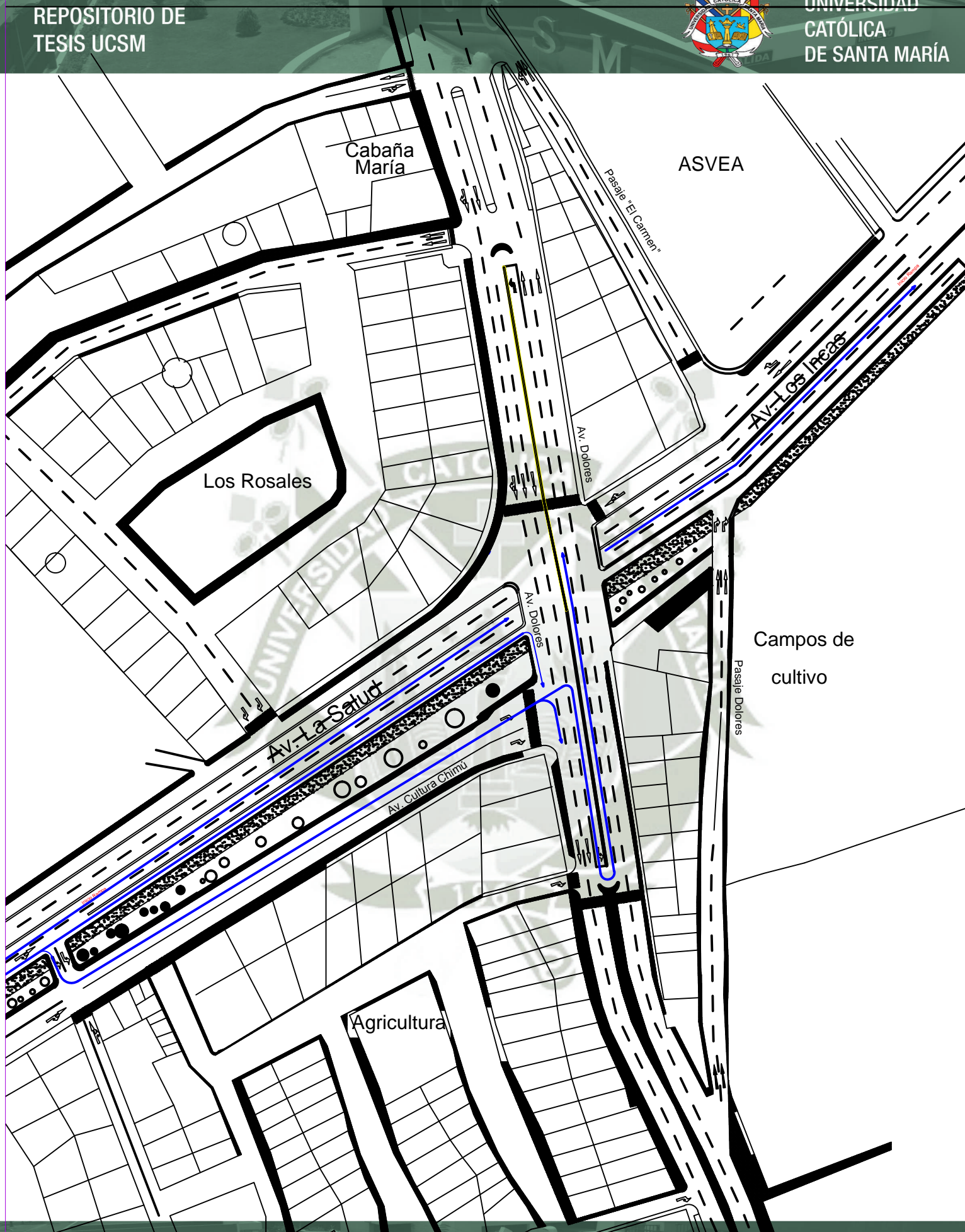
Av. Cultura Chimú



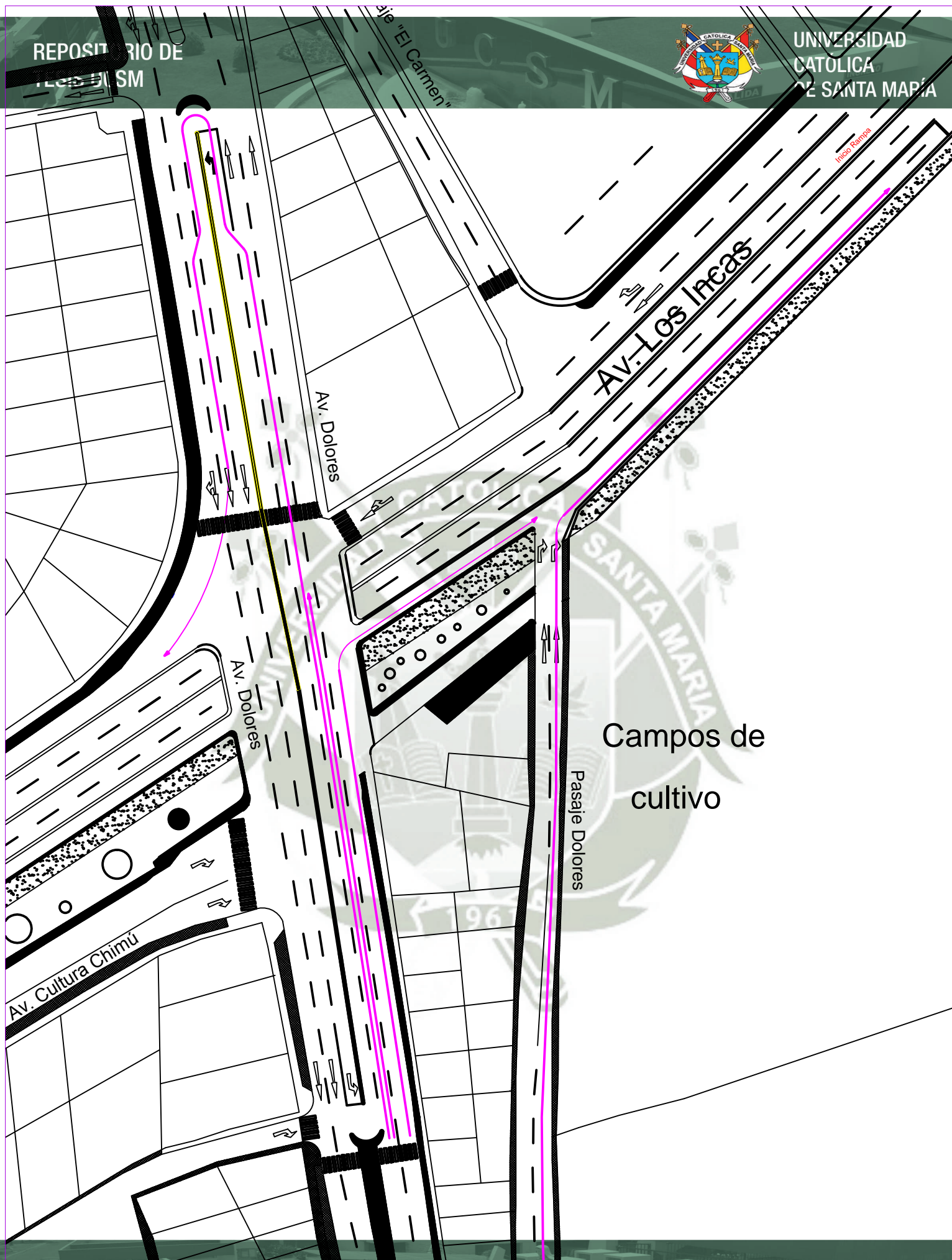




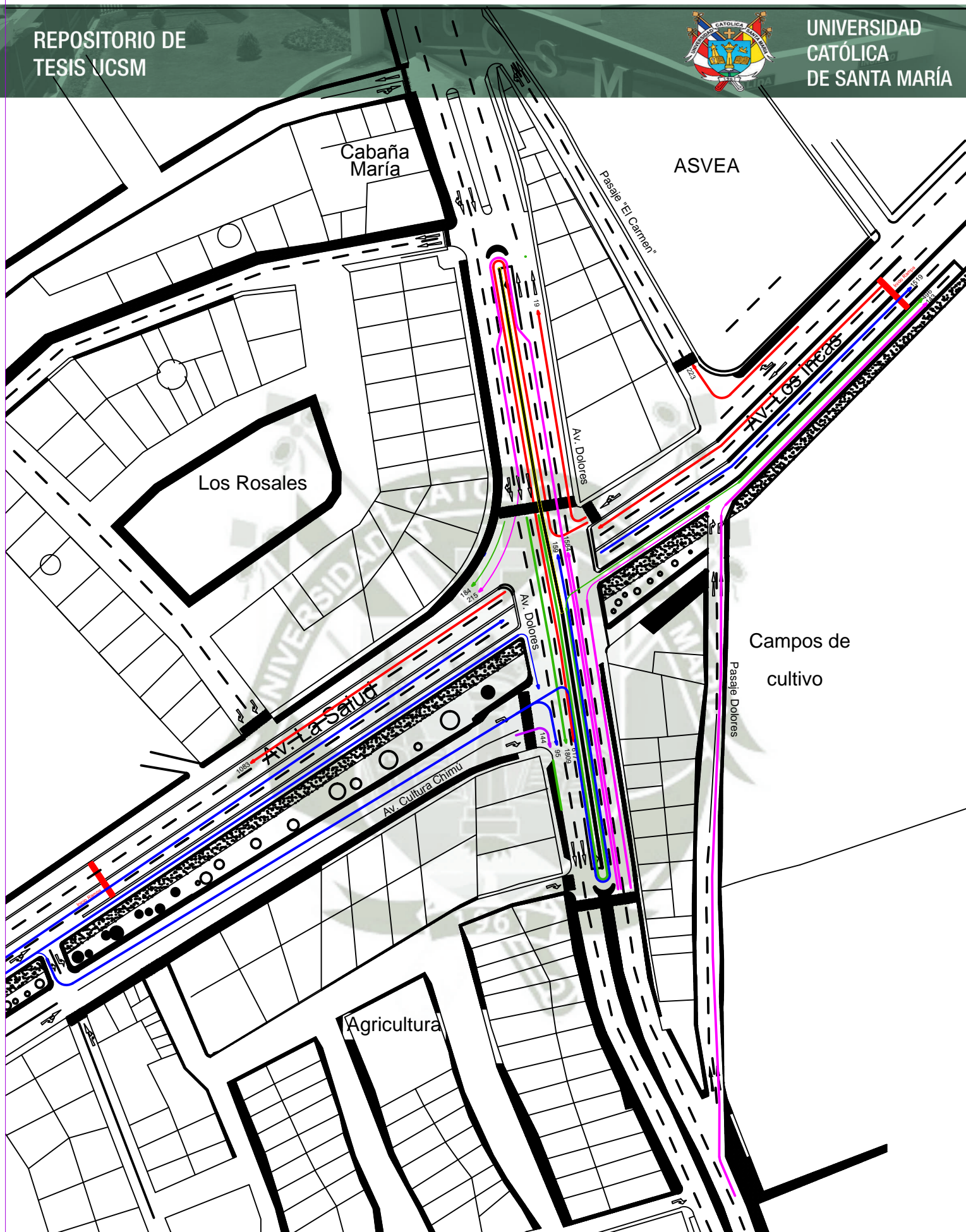




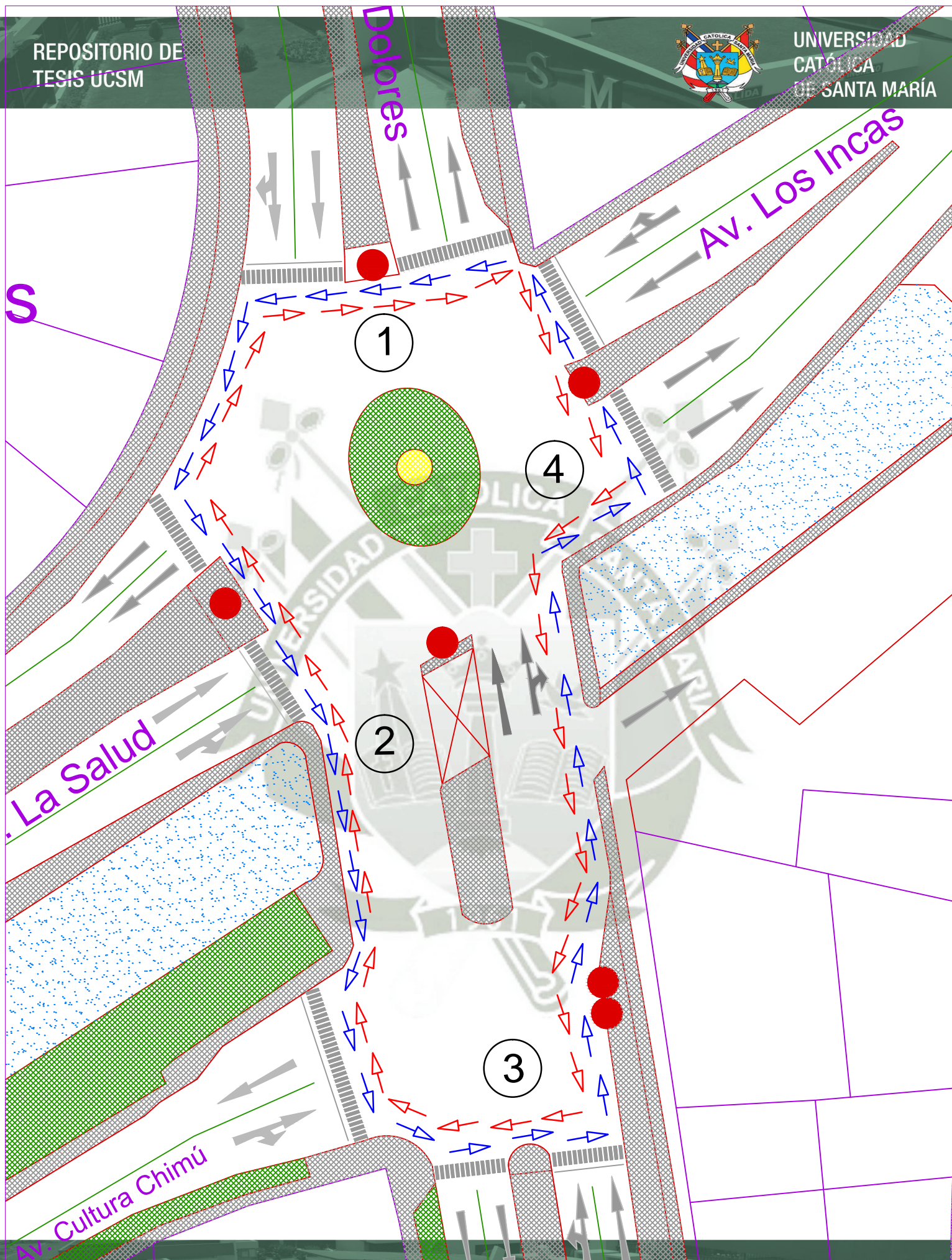




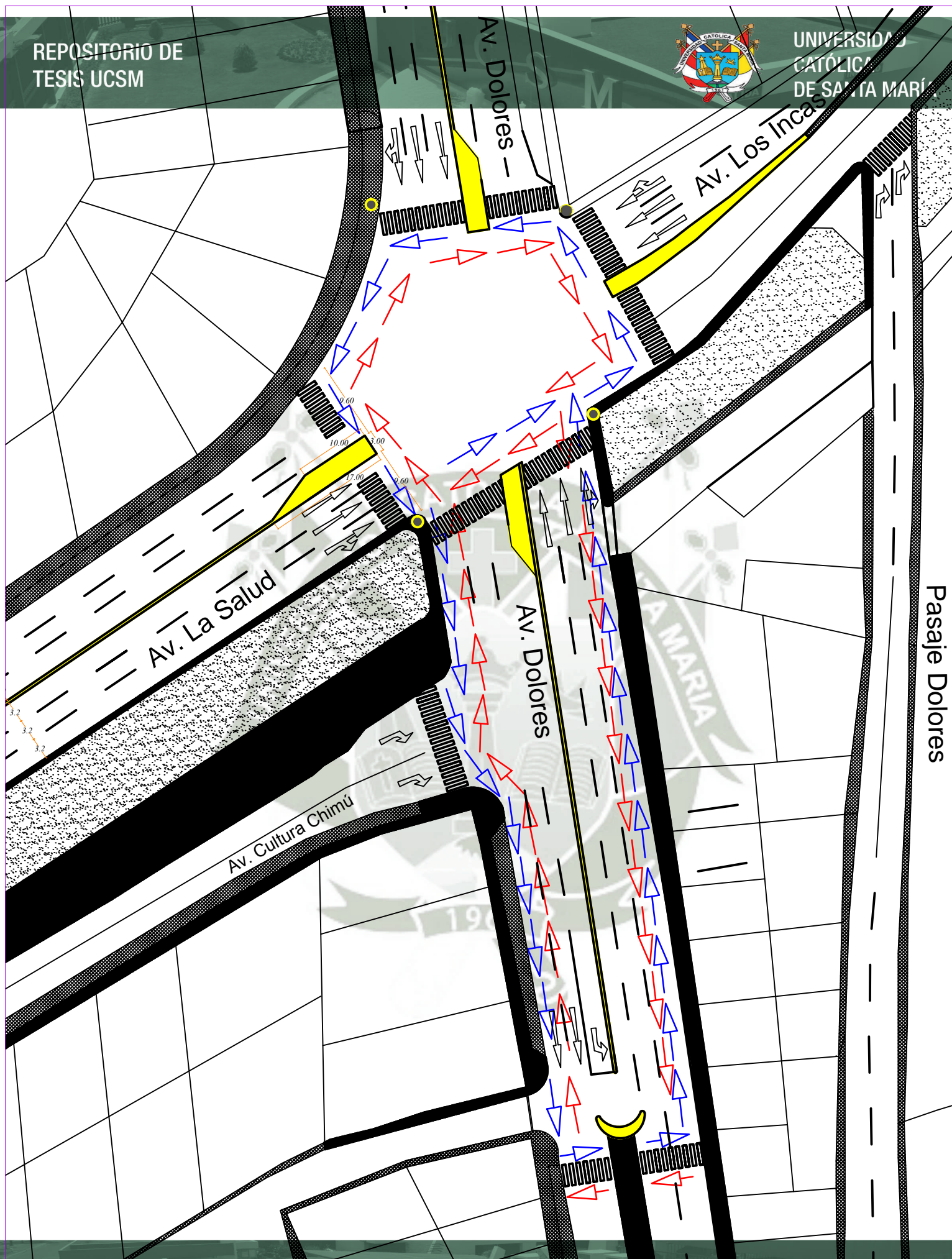




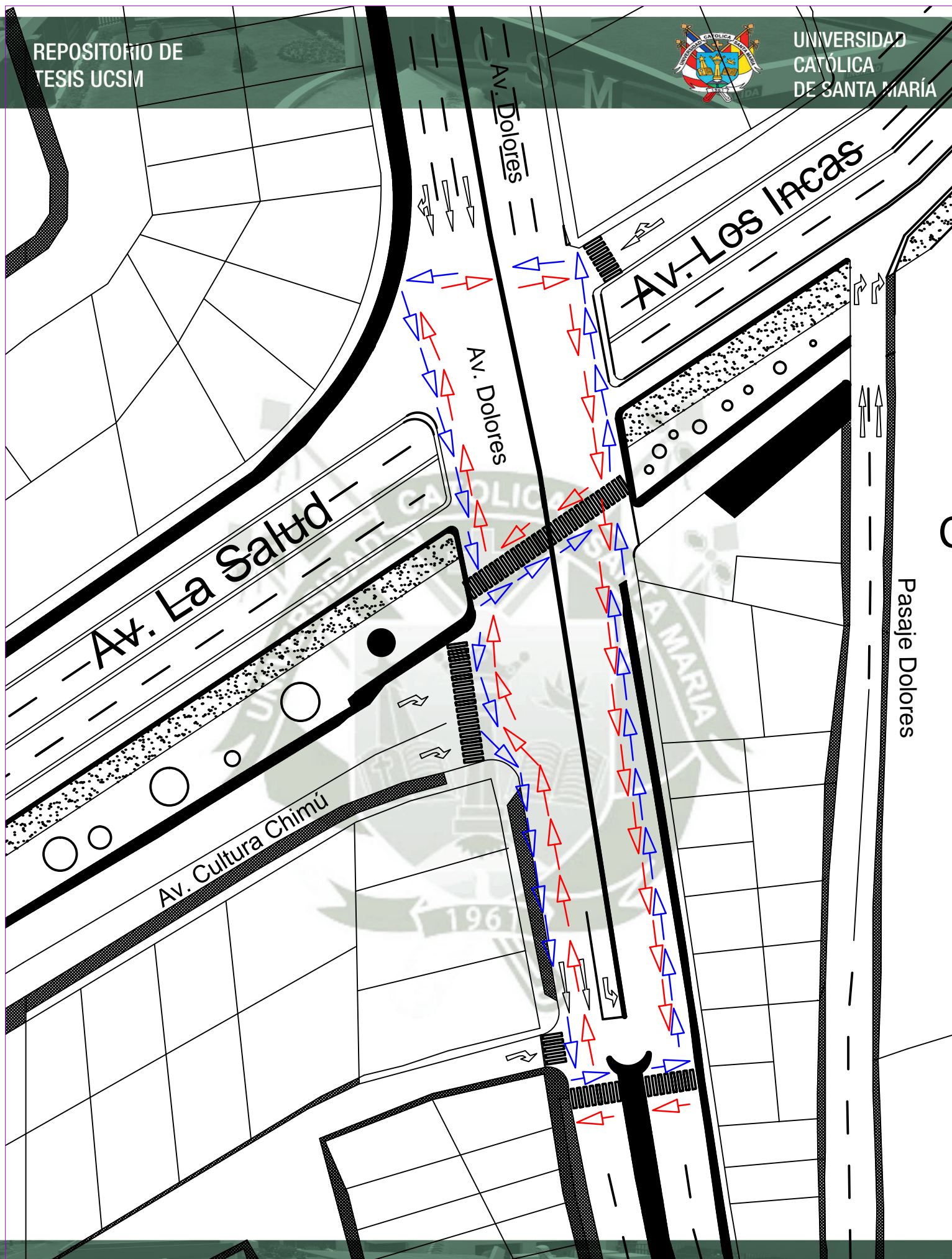


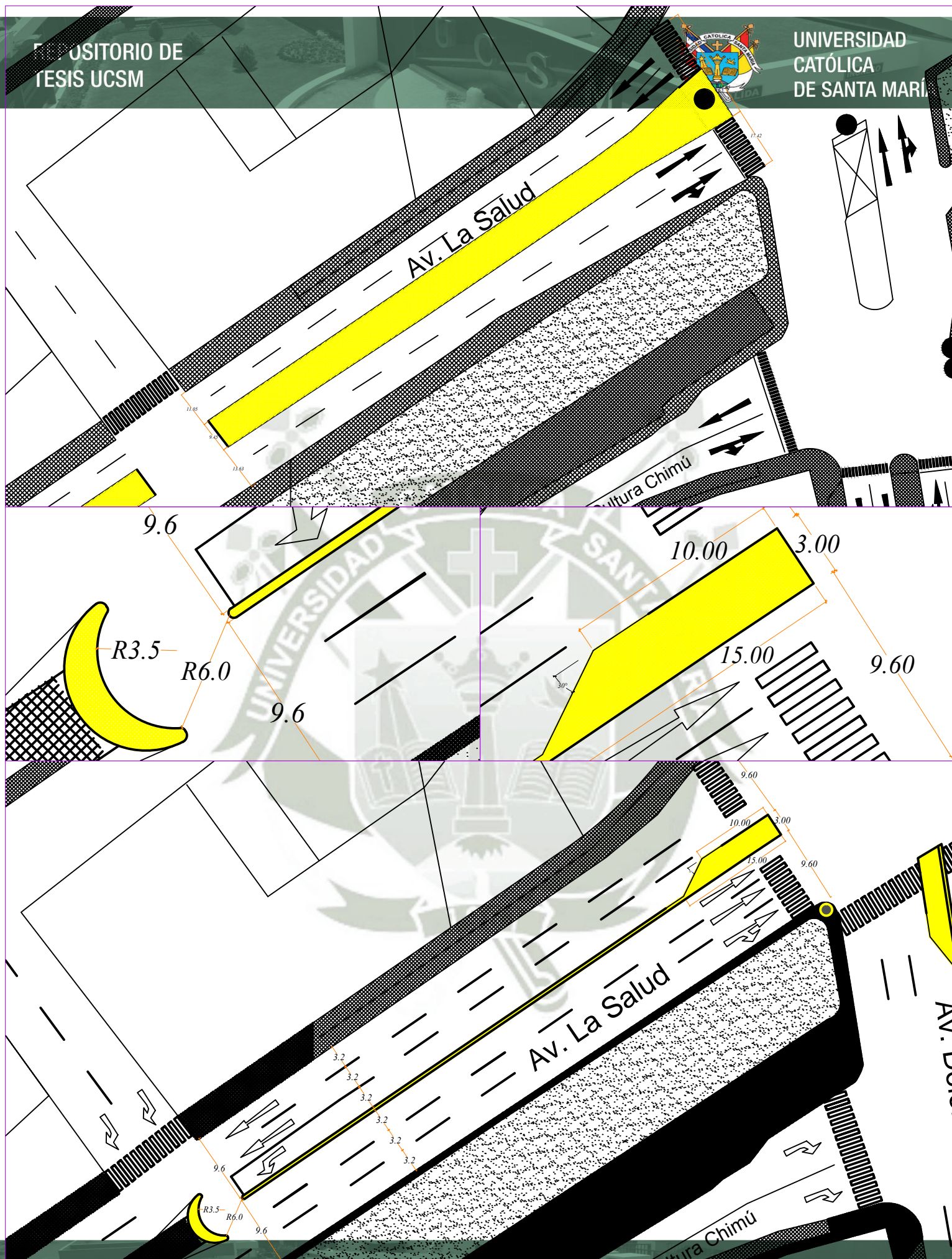




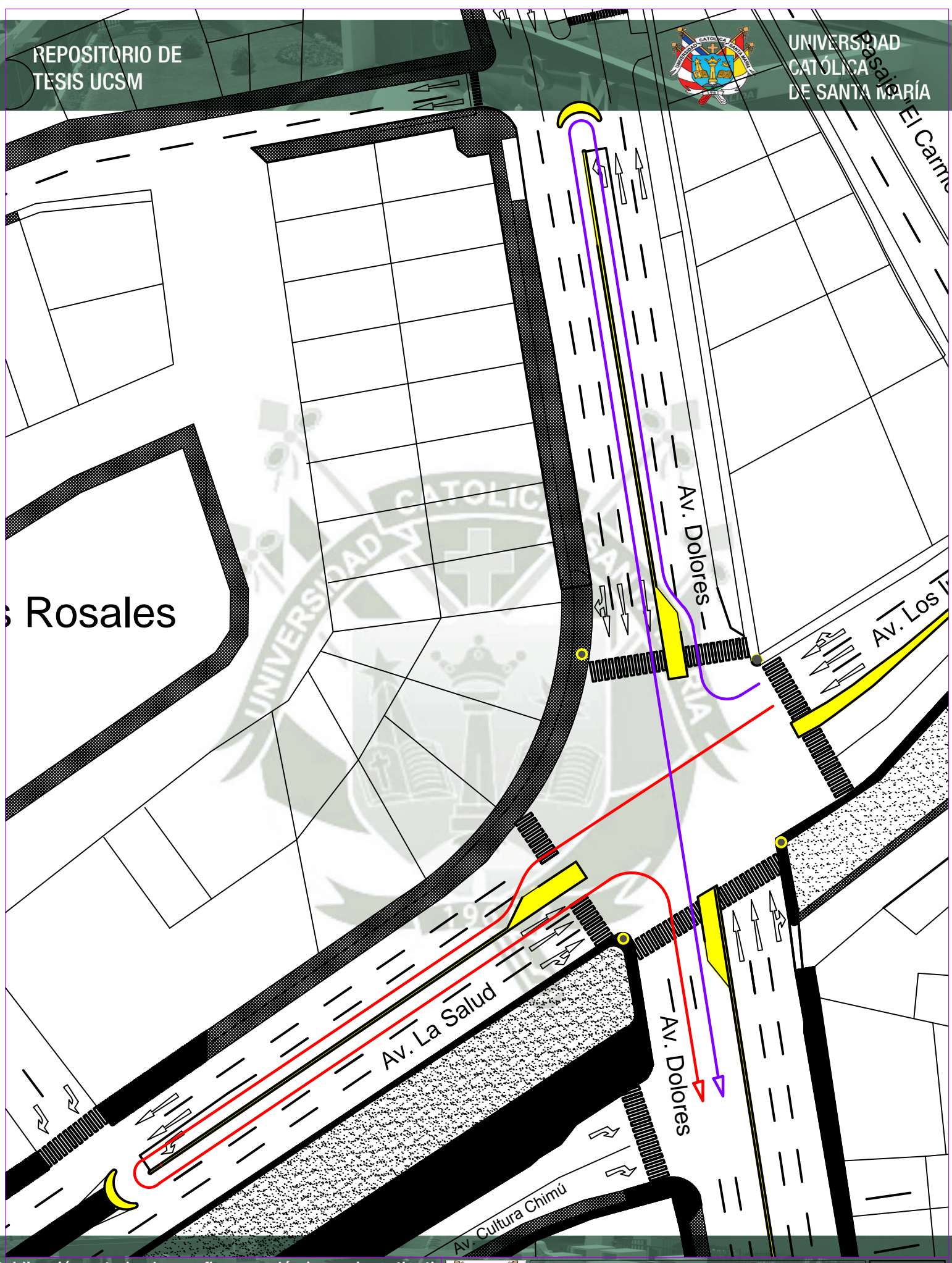












s Rosales

Av. Dolores -

Av. Los T

Av. La Salud

Av. Dolores

Av. Cultura Chimú



Los Rosales

Paseo "El Carmen"

Av. Dolores

Av. Los Incas

Av. La Salud

Av. Dolores

Av. Cultura Chimú

Campos de  
cultivo

Paseo Dolores

Agricultura

Los Rosales

Paseje "El Carmen"

Av. Dolores

Av. Los Incas

Av. La Salud

Av. Cultura Chimú

Campos de  
cultivo

Paseje Dolores

Agricultura